

**MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE
DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS**



CORPOCALDAS

Corporación Autónoma Regional de Caldas

Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible

INFORME FINAL

Contrato 159 - 2015



Noviembre de 2015



Director General
Raúl Jiménez García

Subdirector de Evaluación y Seguimiento Ambiental
Jorge Enrique Velásquez Yepes

Interventor
Mauricio Velasco García

Coordinación técnica

Juan Pablo Aristizabal Granados
Ingeniero Químico. Msc Ingeniería Ambiental
Especialista en Gerencia de Proyectos

Consultores

Marco Alejandro Téllez Salas
Ingeniero acústico

Diego Suárez Ángel
Ingeniero acústico

Alejandra Yepes Cristancho
Ingeniera Ambiental y Sanitaria
Cartografía y SIG

Contrato No. 159 - 2015 - CORPOCALDAS

Consultor



eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.
Carrera 19A No. 85-69 Of 205
Teléfono (1) 6210844
www.equalambiental.com
Bogotá D.C., Colombia

Contrato 159 - 2015

Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas.
Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS
Bogotá D.C., Colombia
2015

ACRÓNIMOS

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
CORPOCALDAS	Corporación Autónoma Regional de Caldas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
dB	Decibel
DEM	Modelo de Elevación Digital
EMD	Emisión Media Diaria
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Standards Organization
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
NTC	Norma Técnica Colombiana
OMS	Organización Mundial de la Salud
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PQR	Peticiones, Quejas y Reclamos
SIG	Sistemas de Información Geográfica

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. El resultado de la calibración permite tanto la asignación de valores a las indicaciones de la magnitud a medir como la determinación de las correcciones con respecto a las indicaciones. Una calibración también puede determinar otras propiedades metrológicas, tales como el efecto de las magnitudes influyentes. El resultado de una calibración puede ser registrado en un documento, frecuentemente denominado certificado de calibración o informe de calibración.
CONSTANTE DE TIEMPO	Ponderación exponencial de la respuesta del sonómetro, para registrar un cambio de nivel de presión sonora en el tiempo en un rango de 60 dB.
DB(A)	Unidad de medición de presión sonora que pretende emular la respuesta del oído humano al sonido. (Se aplica una ponderación A al espectro medido).
EMISIÓN DE RUIDO	Es la presión sonora que generada en cual quiera de las condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.
ENMASCARAMIENTO SONORO	Efecto producido en la percepción sonora cuando se escuchan dos sonidos de diferente intensidad al mismo tiempo. Al suceder esto, el sonido más débil resultará inaudible, ya que el cerebro sólo procesará el sonido enmascarador.
FRECUENCIA (F) (HZ)	En una función periódica en el tiempo, es el número de ciclos realizados en la unidad de tiempo ($f = c/s$). La frecuencia es la inversa del período. La unidad es el Hertzio (Hz) que es igual a 1/S.
FUENTE	Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.
LRAEQ,T.	Es el nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, evaluado en un periodo de tiempo (T).
NIVEL EQUIVALENTE, LEQ(A)	El nivel de presión sonora equivalente continuo con filtro de ponderación A, es el valor del nivel de ruido que produciría la misma energía ponderada en A, que un ruido fluctuante evaluado durante un período de tiempo determinado.
NIVEL DE PRESIÓN SONORA (LP O NPS) (DB)	Es la cantidad expresada en decibeles y calculada según la siguiente ecuación Donde P = valor cuadrático medio de la presión sonora. P0 = presión sonora de referencia, en el aire. (2×10^{-5} Pascales) NPS Nivel de presión sonora instantáneo.
NIVEL SONORO MÁXIMO, LMAX	El LMAX es el valor más alto de un nivel de presión sonora normalizado con ponderación de frecuencia, dentro de un intervalo de tiempo establecido. Cuando el ruido de la fuente no es continuo, permite identificar la variación del ruido de la fuente evaluada, para indicar el mayor o menor nivel sonoro de un sonido que varíe con el tiempo, como el producido por un vehículo al pasar.
NIVEL SONORO PICO, LPEAK	Es el valor instantáneo más alto de un nivel de presión sonora normalizado con ponderación de frecuencia, dentro de un intervalo de tiempo establecido. Este nivel permite identificar la forma de la onda, ya que si es de corta duración, el nivel pico supera el nivel sonoro máximo hasta en 20 dB.
NIVEL SONORO SUPERADO POR EL PERCENTIL 90	L90. Cuando el nivel sonoro cambia rápidamente en un rango amplio durante un largo período de tiempo, se utiliza un análisis estadístico tanto de las variaciones del nivel como su duración. El nivel sonoro superado por el percentil 90, es el nivel sonoro rápido con ponderación A igualado o superado por un nivel sonoro fluctuante en el 90 % del periodo de tiempo establecido.

OCTAVA	Intervalo entre dos frecuencias cuya relación es 2. Es corriente medir en octavas el intervalo que separa dos frecuencias cualesquiera; para ello, basta hallar el logaritmo en base 2 de la relación de frecuencias.
PRESIÓN SONORA	Es la medida de qué tan fuerte es el ruido y por tanto como afecta a las personas. La unidad es el Pascal, Newton/m ² , pero es práctica normal, convencionalmente, usar una razón logarítmica e indicar el nivel de presión sonora en decibeles (dB). Está suficientemente comprobado que el ruido excesivo puede disminuir la capacidad auditiva, producir tensiones o estrés y afecciones gastrointestinales, lo que debe prevenirse a fin de evitar deterioro de la salud de personas ocupacionalmente expuestas.
RUIDO	La palabra ruido se emplea para designar cualquier sonido indeseable para la persona que lo escucha, pudiendo llegar a ser fisiológicamente dañino. El daño que puede generar el ruido en personas expuestas depende principalmente de lo fuerte e intenso que éste sea, del tiempo que demore su exposición y de la distancia al foco generador. También puede tener algún efecto su frecuencia o tono, puesto que los tonos agudos (altas frecuencias en ciclos por segundo) son más perjudiciales que los tonos graves.
RUIDO AMBIENTAL	El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas.
RUIDO CONSTANTE	Aquel que no presenta variaciones mayores a 2 dB durante el periodo de medición
RUIDO DE FONDO O RUIDO RESIDUAL	Ruido total de todas las fuentes distintas al sonido de interés
RUIDO DE IMPACTO	Ruido que se produce cuando colisionan dos masas
RUIDO IMPULSIVO	Ocurre cuando se produce una elevación brusca del nivel de presión sonora en un tiempo inferior a 35 ms y con una duración total menor a 500 ms
RUIDO TONAL	Es aquél que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dB(A) que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones
RUIDO VARIABLE	Es aquel que presenta variaciones mayores a 2 dB durante el periodo de medición.
TERCIOS DE OCTAVA - BANDA 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 $f_c = (f_1 \times f_2)^{1/2}$ son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75.
TRONCAL	Vía de dos (2) calzadas con ocho o más carriles y con destinación exclusiva de las calzadas interiores para el tránsito de servicio público masivo.
VALORES LÍMITES PERMISIBLES PROMEDIO	Son los valores máximos de exposición promedio a un agente de riesgo para un periodo de tiempo a la que la mayoría de los pobladores pueden estar repetidamente expuestos día tras día, sin efectos adversos para su salud.
VIA ARTERIA	Vía de un sistema vial urbano con prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías, con excepción de la vía férrea y la autopista.
VIA ORDINARIA	La que tiene tránsito subordinado a las vías principales.
VIA PRINCIPAL	Vía de un sistema con prelación de tránsito sobre las vías ordinarias.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVO GENERAL	2
2.1	Objetivo específicos	2
3	REFERENCIAS NORMATIVAS	3
4	GENERALIDADES DEL RUIDO	8
4.1	Percepción del sonido	8
4.2	Anatomía del oído humano	8
4.3	Efectos del ruido en la salud humana	10
4.3.1	Efectos del ruido en el trabajo	11
4.3.2	Efectos del ruido comunitario	11
4.3.3	Efectos de exposición prolongada al ruido	12
4.3.4	Disminución de la capacidad auditiva	12
4.3.5	Efectos del ruido en las aulas escolares	14
5	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
6	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	18
6.1	Análisis resultados de estudios previos	18
6.1.1	Selección de puntos de monitoreo año 2011	18
6.1.2	Resumen niveles de ruido ambiental monitoreo año 2011	19
6.1.3	Resultados mapas de ruido monitoreo de ruido ambiental año 2011	20
7	METODOLOGÍA	21
7.1	Criterio de selección puntos de monitoreo	22
7.1.1	Inventario de fuentes fijas de ruido	22
7.1.2	Análisis de información secundaria PQR.....	36
7.2	Selección de punto de monitoreo estudio de ruido Villamaría, Caldas 2015	37
7.2.1	Inventario y caracterización de vías.....	40
7.2.2	Comportamiento actual de los flujos vehiculares sobre las vías de estudio	42
8	ETAPA DE SOCIALIZACIÓN INICIAL DEL PROYECTO	43

9	METODOLOGÍA MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	45
9.1	Datos de la medición	45
9.2	Equipos utilizados	46
9.3	Técnicas de medición	48
9.4	Ruido ambiental	51
9.5	Cálculos realizados	52
9.5.1	Determinación de los valores de ajuste k	52
9.5.2	Incertidumbre de la medición	54
10	RESULTADOS DE LAS MEDICIONES	55
10.1	Monitoreo de ruido ambiental.....	55
10.1.1	Determinación del aporte de las fuentes al ruido ambiental	55
10.1.2	Resultados del monitoreo de ruido ambiental	66
10.2	Conteo vehicular	71
10.2.1	Metodología.....	71
11	GENERACION DE MAPAS DE RUIDO DEL MUNICIPIO.....	78
11.1	Introducción a mapas estratégicos de ruido	78
11.2	Alcances y limitaciones.....	79
11.2.1	Alcances.....	79
11.2.2	Limitaciones.....	79
11.3	Software de modelación SOUNDPLAN 7.3.....	80
11.4	Metodología de cálculo en computador.....	81
11.4.1	Propagación del sonido en exteriores.....	81
11.4.2	Método de modelación de flujo vehicular francés NMPB Routes 2008.....	82
11.5	Información general del área objeto de estudio	83
11.5.1	Descripción del área objeto de estudio	83
11.5.2	Características y definición de la fuente de ruido.....	84
11.6	Estadísticas de aforos de flujo vehicular	88
11.6.1	Principales ejes viarios evaluados.....	90
11.6.2	Perfiles de emisión de ruido tráfico rodado	94
11.6.3	Geodatabase y generación de modelo digital de terreno DGM	96



Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de
descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas
INFORME FINAL - Contrato 159 - 2015



Fecha: nov-15

PEQ - 85

Página: iii

12	RESULTADOS.....	98
13	CONCLUSIONES.....	104
14	RECOMENDACIONES	107
15	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXOS		110

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4.1 Curvas de ponderación acústica.....	8
Figura 4.2 Fisiología del oído externo.....	9
Figura 4.3 Fisiología del oído medio.....	9
Figura 4.4 Fisiología del oído interno.....	10
Figura 5.1 Localización geográfica del Municipio de Villamaría, Caldas, Colombia.....	15
Figura 5.2 Cabecera Municipal de Villamaría, Caldas.....	16
Figura 6.1 Ubicación general de puntos de monitoreo de ruido año 2011.....	18
Figura 7.1 Distribución urbana por Comunas Municipio de Villamaría, Caldas.....	22
Figura 7.2 Distribución urbana por Barrios Municipio de Villamaría, Caldas.....	23
Figura 7.3 Distribución de fuentes - Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.....	27
Figura 7.4 Distribución de fuentes - Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.....	28
Figura 7.5 Distribución de fuentes - Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.....	30
Figura 7.6 Densificación inventario fuentes Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.....	32
Figura 7.7 Densificación inventario fuentes Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.....	33
Figura 7.8 Densificación inventario fuentes Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.....	34
Figura 7.9 Densificación inventario fuentes Sector 4 – Otras actividades.....	35
Figura 7.10 Relación del total de quejas por áreas.....	37
Figura 7.11 Mapa de Ubicación puntos de monitoreo ruido ambiental - Villamaría, Caldas.....	39
Figura 7.12 Formato inventario y clasificación de vías.....	41
Figura 7.13 Formato conteo vehicular.....	41
Figura 9.1 Patrón de polaridad y direccionalidad sonómetros utilizados en el monitoreo.....	50
Figura 10.1 Niveles de ruido - Sector B versus límites máximos Resolución 627 de 2006.....	68
Figura 10.2 Niveles de ruido - Sector C versus límites máximos Resolución 627 de 2006.....	70
Figura 10.3 Niveles de ruido - Sector C versus límites máximos Resolución 627 de 2006.....	71
Figura 10.4 Conteo vehicular puntos RA1 a RA5, Villamaría, Caldas 2015.....	74
Figura 10.5 Conteo vehicular puntos RA6 a RA10, Villamaría, Caldas 2015.....	74
Figura 10.6 Conteo vehicular puntos RA11 a RA15, Villamaría, Caldas 2015.....	75
Figura 10.7 Conteo vehicular puntos RA16 a RA19, Villamaría, Caldas 2015.....	76
Figura 10.8 Conteo motos puntos RA1 a RA19, Villamaría, Caldas 2015.....	77
Figura 11.1 Proyecto modelo de ruido Villamaría, Caldas – 2015.....	80
Figura 11.2 Condiciones que intervienen en la atenuación del sonido en el espacio libre ISO 9613-2.....	81
Figura 11.3 Plano topográfico de la zona objeto de estudio.....	84
Figura 11.4 Curvas de emisión básicas vehículos livianos y pesados.....	86

Figura 11.5 Calculo de gradiente de la vía – SoundPLAN 7.3, NMPB 2008.....	87
Figura 11.6 Ejes viales analizados vias principales.....	91
Figura 11.7 Ejes viales analizados vias secundarias.	92
Figura 11.8 Ejes viales analizados vias no convencionales.....	94
Figura 11.9 Soundplan Base de datos Geografica del Municipio de Villamaría, Caldas.....	96
Figura 11.10 Modelo digital de terreno y situación del entorno de modelación, vista 3D.....	97
Figura 12.1 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Ldía - Mapa general.	98
Figura 12.2 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Ldía - Mapa detalle zona urbana.	99
Figura 12.3 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Ldía - Mapa detalle zona de expansión La Florida.	100
Figura 12.4 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa general.	101
Figura 12.5 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa detalle zona urbana.	102
Figura 12.6 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa detalle zona de expansión La Florida.	103

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 3.1 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental - Resolución 0627 del MAVDT	3
Cuadro 3.2 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de emisión de ruido - Resolución 0627 del MAVDT	4
Cuadro 3.3 Niveles sonoros máximos permisibles de inmisión de ruido.....	6
Cuadro 3.4 Valores límites permisibles para ruido continuo e intermitente salud ocupacional.....	6
Cuadro 3.5 Valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.....	6
Cuadro 4.1 Grado de hipoacusia y repercusión a nivel de la comunicación.....	13
Cuadro 6.1 Niveles ruido ambiental - Sector 1. Hospital San Antonio, Colegio Gerardo Arias, Centro recreativo.	19
Cuadro 6.2 Niveles ruido ambiental - Sector 2. Fabrica VARTA, C.I. Color Siete, Call center, Colegio Kennedy.....	19
Cuadro 6.3 Niveles ruido ambiental - Sector 3. Barrió residencial La Pradera.	19
Cuadro 6.4 Niveles ruido ambiental - Sector 4. Zona comercial del municipio.....	19
Cuadro 6.5 Niveles ruido ambiental - Sector 5. Periferia del municipio.....	20
Cuadro 7.1 Listado de barrios Municipio de Villamaría, Caldas.	24
Cuadro 7.2 Clasificación de actividades y tipos de establecimientos.....	25
Cuadro 7.3 Inventario de fuentes - Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.	26
Cuadro 7.4 Inventario de fuentes - Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.....	28
Cuadro 7.5 Inventario de fuentes - Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.....	29
Cuadro 7.6 Inventario de fuentes - Sector 4 – Otras actividades.	31
Cuadro 7.7 Relación de PQR por ruido, Municipio de Villamaría, Caldas.....	36
Cuadro 7.8 Ubicación puntos de monitoreo ruido ambiental Villamaría, Caldas.	38
Cuadro 7.9 Parámetros de diseño de la vía - Villamaría, Caldas.	40

Cuadro 7.10 Parámetros de tráfico medio día/noche - Villamaría, Caldas.	42
Cuadro 9.1 Registros meteorológicos Villamaría, Caldas 2015.....	46
Cuadro 9.2 Equipos empleados durante la medición.	46
Cuadro 9.3 Límites para la respuesta direccional incluyendo la incertidumbre expandida de medida máxima.	50
Cuadro 9.4 Técnica de medición utilizada para ruido ambiental y emisión de ruido.	51
Cuadro 9.5 Cálculos realizados para ajustes por componentes K.	52
Cuadro 9.6 Cálculos realizados para obtención ruido ambiental e incertidumbre de medida.....	53
Cuadro 10.1 Seguimiento y Cualificación del monitoreo de ruido ambiental Villamaría, Caldas.	56
Cuadro 10.2 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector B (tranquilidad y ruido moderado).....	66
Cuadro 10.3 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector C (Zonas con usos permitidos comerciales)	68
Cuadro 10.4 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector C (Zonas con usos permitidos industriales)	70
Cuadro 10.5 Relación de vehículos aforados Villamaría, Caldas 2015.	72
Cuadro 11.1 Cálculos de Propagación Método de cálculo acorde a ISO 9613-2.	81
Cuadro 11.2 Configuración de las condiciones del cálculo, Método de cálculo acorde a ISO 9613-2.	82
Cuadro 11.3 Cálculo de emisión media debido al componente rodadura.	83
Cuadro 11.4 Parámetros de emisión sonora tráfico rodado.	85
Cuadro 11.5 Correcciones por tipo de rodadura y superficie	87
Cuadro 11.6 intensidad media diaria vías principales para el horario diurno y nocturno IMD (vehículo/24h).	88
Cuadro 11.7 intensidad media diaria vías secundarias para el horario diurno y nocturno IMD (vehículos/24h)	89
Cuadro 11.8 Método de previsión de ruido proveniente del tráfico rodado.	95

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5.1 Detalle pendiente de vías etapa de campo Villamaría, Caldas.	17
Fotografía 8.1 Registro Fotográfico Socialización Inicial del proyecto.	44
Fotografía 11.1 Características vías no convencionales Villamaría, Caldas.	93

1 INTRODUCCIÓN

El dinamismo de la economía y el creciente desarrollo tecnológico, están marcados por el desequilibrio relacionado con el deterioro que provoca este al medio ambiente, alejándose de los planeamientos y estrategias de control, que conducen a la saturación y aumento de la contaminación de una región, signos equívocos de la disminución de la calidad de vida y el estado de confort.

La problemática relacionada con la actividad antrópica y el deterioro que provoca al medio ambiente, son factores que han tomado relevancia y han pasado de ser cuestiones marginales y de menor peso en importancia a ser parte vital del desarrollo de las regiones del país y por tanto son asuntos de preocupación para las instituciones ambientales competentes; no en vano, se han desarrollado normativas que vinculan los temas de prevención y aplicación de políticas que deben cumplirse como parte de acciones preventivas en torno a la contaminación en todas y cada una de sus formas, como parte de un modelo de crecimiento que también se expresa en términos de mejoras sociales.

Puntualmente, en ámbito de la acústica ambiental, la contaminación sonora se entiende como todo sonido o ruido desagradable, lo que acarrea un alto nivel de subjetividad en su estudio, medición y análisis. La contaminación sonora o por ruido no es un problema relativamente nuevo, ya que entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS), estudia hace más de 20 años, los factores nocivos que afectan la salud humana en relación al ruido proveniente de la circulación vial, ruido ocupacional y actividades de ocio e industria.

Si bien la problemática de contaminación sonora no es un tema olvidado, lo que sí es nuevo es el número de personas afectadas por la creciente en el progreso de las grandes y medianas ciudades, debido a la falta de administración en el uso de suelo y medidas rigurosas en cuanto a control y mitigación del impacto consecuente que contrae dicho crecimiento.

Dado que está claro que el ruido es una problemática global, es necesario avanzar en esta cuestión en forma sostenible, la interrogante es, ¿Cómo se puede avanzar de manera sostenible y limpia? La respuesta si bien es compleja, tiene su punto de partida en los planteamientos técnicos y científicos, es decir, objetivos y metas, planes rigurosos, alternativas viables y propuestas argumentadas que permitan una gestión adecuada del ruido en las ciudades.

Dicho esto, entonces, no basta con solo descontaminar como principio aplicable para lograr cambios, debido a que se trata de una acción que llega tarde ante la problemática ya establecida, y de la cual ya estamos padeciendo sus consecuencias anunciadas, por tanto en adelante debemos encaminar todos los esfuerzos a la prevención por medio de la educación como cura a la enfermedad y posterior control sobre el problema en sí.

Consciente de esta situación, la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, ha puesto en marcha el proyecto “Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas”, como parte de una serie de medidas de actuación en las cuales se busca alcanzar un municipio más silencioso y confortable, por medio de la educación ambiental y puesta en marcha de políticas encaminadas a la mejora continua referente al contaminante en mención.

2 OBJETIVO GENERAL

Realizar el monitoreo de ruido ambiental en horario diurno y nocturno y diseñar el plan de descontaminación por ruido en el perímetro urbano del Municipio de Villamaría, Caldas, identificando la situación actual de las características acústicas de las zonas evaluadas mediante sistemas de información geográfica y software especializados de modelación acústica SoundPLAN.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario de las principales fuentes de ruido ubicadas en el perímetro urbano del Municipio de Villamaría, Caldas.
- Analizar la información secundaria relacionada con las PQR (Preguntas, Quejas y Reclamos) y requerimientos específicos en materia de contaminación por ruido en el caso urbano del municipio.
- Analizar la información secundaria relacionada con estudios previos realizados para la misma jurisdicción.
- Identificar los puntos de monitoreo basándose en los criterios de selección que tiene en cuenta los siguientes datos de entrada, estudios previos, PQR y mapas de densificación de tipos de fuentes.
- Socializar el proyecto ante las entidades involucradas en la temática de contaminación auditiva y líderes comunitarios del municipio.
- Determinar los niveles de presión sonora $L_{eq, AT}$, expresados en dB(A), para el periodo diurno y nocturno en un periodo de 24 horas por punto.
- Realizar el aforo de vehículos durante el monitoreo para cada uno de los puntos seleccionados, caracterizando el tipo de vía, tipo de vehículos (motos, livianos, pesados, C2P, C2G, C3, C4), pendiente y estado de la vía.
- Generar los mapas de ruido del Municipio de Villamaría y determinar los descriptores de ruido acumulativo $L_{día}$ y L_{noche} .

3 REFERENCIAS NORMATIVAS

En el ámbito internacional, diferentes países han desarrollado normas y políticas para la evaluación y prevención de las emisiones sonoras en las grandes ciudades y espacios que por la actividad que lleva a cabo generan importantes emisiones sonoras al ambiente, dichos esfuerzos se encaminan a la estandarización de protocolos que se deben cumplir estrictamente y de esta manera determinar acciones conducentes a una gestión adecuada para garantizar un ambiente y confort acústico saludable en áreas urbanas y residenciales.

El marco legal que regula actualmente en Colombia los procedimientos de medida y evaluación de la contaminación acústica ambiental, se enmarcan en la resolución 627 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Esta directiva proporcionó la base necesaria para el desarrollo de medidas armonizadas en el territorio nacional sobre el ruido ambiental emitido por las fuentes consideradas como de importancia relevante, en relación a las emisiones sonoras que produce su operación, dentro de las cuales se encuentra sector industrial, sector comercial y ocio, vías troncales y transporte aeroportuario.

Relacionado con lo anterior, esta normativa establece los lineamientos normativos conducentes a la determinación y análisis de ruido ambiental, así como los procedimientos mínimos de medición, metodología, definición de puntos, tiempo de medición y equipos a utilizar. Adicional a esto presenta los límites permisibles de acuerdo con los sectores y subsectores de uso de suelo y ocupación.

En este sentido la norma plantea la obligatoriedad de elaboración, actualización y revisión de mapas estratégicos de ruido y planes de descontaminación para todas las poblaciones en el territorio nacional que tengan más de cien mil (100.000) habitantes, competencia que recae sobre las corporaciones autónomas regionales y los entes ambientales competentes en su jurisdicción.

En el **Cuadro 3.1** se presenta la clasificación de usos de suelo y la relación con los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental según periodo de evaluación diurno y nocturno.

Cuadro 3.1 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental - Resolución 0627 del MAVDT

CLASIFICACIÓN		NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)	
Sector	Subsector	Período diurno 701 – 2100	Período nocturno 2101 – 700
A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guardarias, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
B. Tranquilidad y	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50

CLASIFICACIÓN		NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)	
Sector	Subsector	Período diurno 701 – 2100	Período nocturno 2101 – 700
ruido moderado	Universidades, escuelas, centros de estudio de investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centro comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, taller de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos y casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficina. Zona con usos institucionales.	65	50
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	70
D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencias suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Resolución 627 de 2006 del MAVDT hoy MADS.

En **Cuadro 3.2** se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados A dB(A).

Cuadro 3.2 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de emisión de ruido - Resolución 0627 del MAVDT

CLASIFICACIÓN		NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)	
Sector	Subsector	Período diurno 701 – 2100	Período nocturno 2101 – 700
A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guardarias, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, escuelas, centros de estudio de investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		

CLASIFICACIÓN		NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)	
Sector	Subsector	Período diurno 701 – 2100	Período nocturno 2101 – 700
C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centro comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, taller de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos y casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficina. Zona con usos institucionales.	65	55
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencias suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Resolución 627 de 2006 del MAVDT hoy MADS.

A nivel Intradomiciliario y para determinar los niveles de calidad acústica al interior de las viviendas producto de actividades indeterminadas que afectes la tranquilidad y la salud de población en general, en Colombia se emplea las disipaciones técnicas estipuladas en la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 emanada por el ministerio de salud "Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos."

Es contempla consideraciones importantes tales como la medición de niveles en las zonas afectadas al interior de las viviendas estipulando para esto cuatro (4) sectores diferentes (i.e. Residencial, comercial, industrial y de tranquilidad), adicional a esto y para mencionar alguno de sus artículos más relevantes, la citada resolución, en su artículo 22, determina el respeto a la intimidad en su componente de tranquilidad auditiva específicamente en las relaciones entre vecinos, sin atender a la actividad que desempeñen, estableciendo que "ninguna persona permitirá u ocasionara la emisión de cualquier ruido, que al cruzar el límite de propiedad del predio originador pueda exceder los niveles establecidos en el capítulo II de la presente resolución.

Esto establece una marcada tolerancia entre las condiciones de operación en un espacio definido y las actividades y usos que se le destine.

Cuadro 3.3 Niveles sonoros máximos permisibles de inmisión de ruido

ZONAS RECEPTORAS	NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)	
	Período diurno 7:01 am – 9:00 pm	Período nocturno 9:01 pm – 7:00 am
Zona I Residencial	65	45
Zona II Comercial	70	60
Zona III Industrial	75	75
Zona IV Tranquilidad	45	45

Fuente: Resolución 8321 de 1983

Cuadro 3.4 Valores límites permisibles para ruido continuo e intermitente salud ocupacional

MÁXIMA DURACIÓN DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PRESIÓN SONORA DIURNA dB(A)
8 horas	90
7 horas	
6 horas	92
5 horas	
4 horas y 30 minutos	
4 horas	95
3 horas y 30 minutos	
3 horas	97
2 horas	100
1 hora y 30 minutos	102
1 hora	105
30 minutos	110
15 minutos o menos	115

Fuente: Resolución 8321 de 1983

Cuadro 3.5 Valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido

MÁXIMA DURACIÓN DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A)
8 horas	85
4 horas	90
2 horas	95
1 hora	100
1/2 hora	105
1/4 hora	110
1/8 hora	115

Fuente: Resolución 1972 de 1990

De manera complementaria a las referidas normativas nacionales se debe tener en cuenta referencias internacionales y métodos establecidos a nivel mundial para la determinación, gestión y evaluación del ruido ambiental, de igual manera los métodos de cálculo por ordenador (SoundPLAN 7.3), para emisiones provenientes de diferentes tipos de fuentes tales como las vías o arterias principales, ruido generado por fuentes complejas e industrias y aglomeraciones, son tenidas en cuenta dentro del desarrollo del presente documento y se enuncian a continuación.

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 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

Para la evaluación y verificación del ruido proveniente de la malla vial del Municipio de Villamaría, Caldas, se tiene en cuenta el método actualizado *NMPB' Rutes 08* el cual toma como referencia una versión renovada del modelo de Emisión, la *Guide du Bruit 96*. En este caso, las emisiones se expresan a partir de dos términos independientes, la contribución de la unidad de potencia o motor del vehículo y la contribución del ruido de rodadura. La componente motor depende de la velocidad, la aceleración y la pendiente de la carretera.

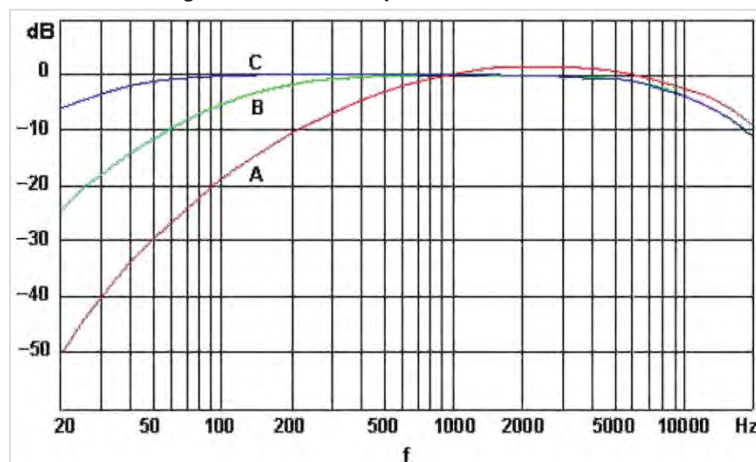
4 GENERALIDADES DEL RUIDO

4.1 PERCEPCIÓN DEL SONIDO

La percepción del sonido depende claramente del espectro normalizado de ruido a evaluar, para un adulto joven y con condiciones de salud favorables el rango de audición va desde 20Hz a 20.000 Hz, dichos valores de presión sonora son ponderados y analizados en frecuencia bajo curvas de ponderación a fin de tener un análisis normalizado para todos los individuos.

La curva de ponderación frecuencia (A) corresponde con el ajuste de la percepción del oído humano, el cual presenta una mayor sensibilidad a frecuencias altas respecto a frecuencias bajas. Los niveles ponderados en curva de frecuencia A, denominados dB(A) son una relación entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado.

Figura 4.1 Curvas de ponderación acústica.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

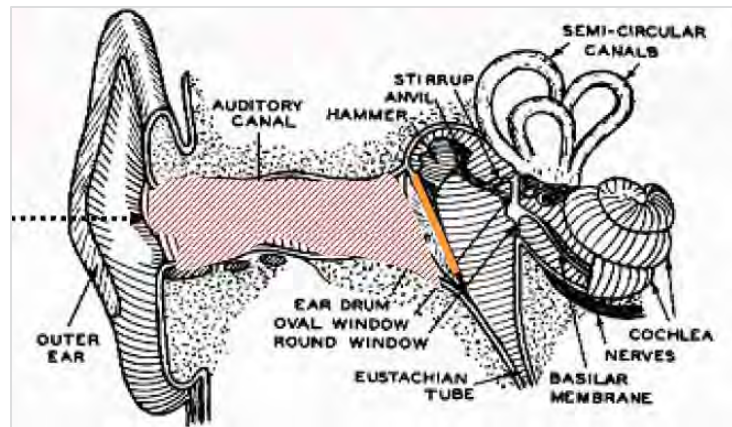
El oído humano es el encargado de recibir los estímulos, procesarlos y transmitirlos al sistema nervioso central. Este se encuentra dividido en tres grandes sectores: oído externo, oído medio y oído interno:

4.2 ANATOMÍA DEL OÍDO HUMANO

El oído humano es la estructura anatómica funcional que se compone de tres partes: oído externo, oído medio, y oído interno

- Oído externo: es la estructura externa constituida por la oreja y el conducto auditivo externo. Las ondas sonoras son conducidas a través del oído externo hasta el oído medio.

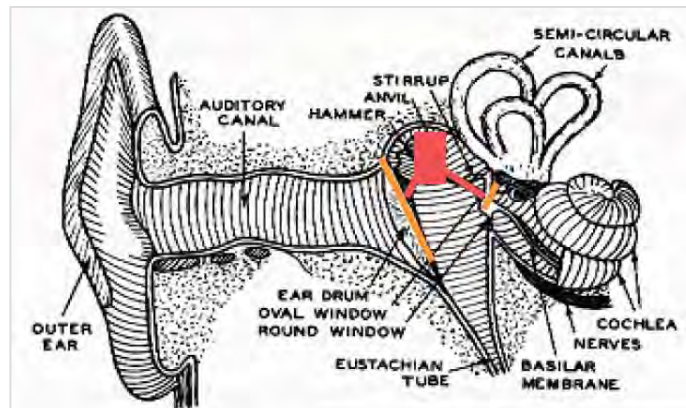
Figura 4.2 Fisiología del oído externo.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

- Oído medio: está formado por la Cavidad timpánica y por el yunque, martillo y estribo, se articulan entre sí y con la membrana timpánica. Las ondas sonoras se transmiten a través de ellos cuando vibra el tímpano.

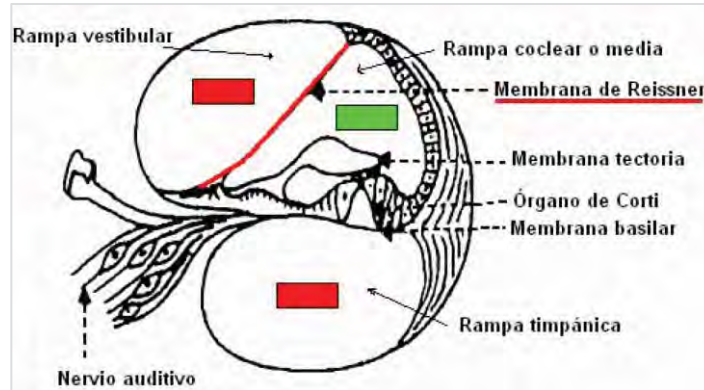
Figura 4.3 Fisiología del oído medio.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

- Oído interno: es una compleja estructura interna del oído que comunica directamente con el nervio acústico. Transmite las vibraciones sonoras desde el oído medio a través del líquido de los conductos semicirculares (órgano del equilibrio), que se unen al vestíbulo, conectado con la cóclea (órgano de la audición). Consta de dos partes: el laberinto óseo y el laberinto membranoso.

Figura 4.4 Fisiología del oído interno.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

4.3 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA

La exposición prolongada al ruido, ya sea en la vida cotidiana o en el puesto de trabajo, puede causar problemas médicos, como hipertensión y enfermedades cardíacas. El ruido puede afectar adversamente a la lectura, la atención, la resolución de problemas y la memoria. Los fallos en el desempeño de la actividad laboral pueden producir accidentes. El ruido con niveles por encima de 80 dB puede aumentar el comportamiento agresivo. Además parece haber una conexión entre el ruido comunitario y ciertos problemas mentales, debido a la demanda de tranquilizantes y somníferos, la incidencia de síntomas psiquiátricos y el número de admisiones a hospitales psiquiátricos.

El ruido puede causar otros muchos problemas, pero la principal consecuencia social es el deterioro de la audición, que produce incapacidad de entender una conversación en condiciones normales y que está considerado una desventaja social severa. En general, dentro de los efectos adversos del ruido pueden incluirse:

- ✗ Cefalea
- ✗ Dificultad para la comunicación oral
- ✗ Disminución de la capacidad auditiva
- ✗ Perturbación del sueño y descanso
- ✗ Estrés
- ✗ Fatiga, neurosis, depresión
- ✗ Molestias o sensaciones desagradables que el ruido provoca, como zumbidos y tinnitus, en forma continua o intermitente
- ✗ Efectos sobre el rendimiento
- ✗ Alteración del sistema circulatorio
- ✗ Alteración del sistema digestivo
- ✗ Aumento de secreciones hormonales (tiroides y suprarrenales)
- ✗ Trastornos en el sistema neurosensorial

El ruido lleva implícito un fuerte componente subjetivo. Un mismo sonido puede ser considerado un elemento molesto para unas personas mientras que para otras no. Esto depende de las características del receptor y del momento que se produce el ruido. Algunos factores que pueden influir son la franja horaria en la que se produce, la actividad de la persona en ese momento, el tiempo de exposición, el intervalo entre exposiciones, los antecedentes socioculturales, lo habituada que esté la persona a un determinado ruido, si el ruido es continuo o intermitente, la intensidad y la frecuencia del sonido, la edad del receptor.

4.3.1 Efectos del ruido en el trabajo

Muchos trabajadores están sometidos en su puesto laboral a fuentes variadas del ruido: rotores, engranajes, flujos líquidos turbulentos, procesos de impresión, máquinas eléctricas, motores de combustión interna, equipos neumáticos, taladros, prensas, estallidos, bombas y compresores. Además, los sonidos emitidos por estos elementos son reflejados en suelos, paredes, techos y los propios equipos, con lo que el riesgo aumenta.

Pueden darse unos datos puntuales como ejemplos: un chorro de aire que se utiliza en muchas industrias para la limpieza y el secado de las válvulas de herramientas eléctricas puede llegar a niveles de 105 dB. En muchos casos se toman medidas de reducción de ruido en las máquinas, pero en ciertas ocasiones el aumento de la producción genera niveles de ruido mayores aún con máquinas menos ruidosas. En otros, la mejora de las máquinas conlleva un aumento en su emisión sonora. Por ejemplo, para cada duplicar de la velocidad de máquinas rotatorias el aumento de su emisión sonora se acerca a 7 dB.

La exposición durante 8 horas del día a ruidos por encima de 85-90 dB es potencialmente peligrosa. Al principio el oído es capaz de recuperarse después de unas horas lejos de esos niveles sonoros, pero después de un tiempo (6-12 meses), la recuperación no llega a ser completa y el daño es permanente. Además, la aparición de zumbidos transitorios es un síntoma bastante común en este tipo de personas. Este zumbido debe ser considerado como una advertencia de la exposición excesiva al ruido.

Una directiva de la Unión Europea requiere la mejora en el diseño y la construcción de las máquinas de forma que sus emisiones sonoras sean aminoradas. Las especificaciones de los equipos deben incluir su nivel de emisión sonora, para permitir a compradores potenciales no sólo escoger el equipo menos peligroso sino calcular también el impacto del ruido en lugares de trabajo y para ayudar con la planificación del control del ruido.

Los niveles del ruido pueden disminuir utilizando absorbentes, silenciadores y/o deflectores en la zona donde se ubica el equipo y equipos protectores personales (tapones, orejeras) por parte del trabajador. En situaciones en las que los métodos técnicos son insuficientes, la exposición del ruido puede reducirse situando al trabajador en puestos lejanos a la fuente sonora y limitando el tiempo de estancia en el ambiente ruidoso.

4.3.2 Efectos del ruido comunitario

Los efectos del ruido en la salud de las personas no solo están ligados a ciertas situaciones profesionales, sino que también los están a otro tipo de actividades como conciertos al aire libre, las discotecas, etc. Este ruido no-industrial se conoce como ruido comunitario, ambiental, residencial o doméstico.

Las fuentes de ruido más importantes en el interior de edificios son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, aparatos domésticos y vecinos. Otras fuentes típicas incluyen el tráfico, los sistemas de transporte (carreteras, aeropuertos y vías férreas) el comercio, la música, los deportes, las zonas de juegos, los aparcamientos, etc. Para la mayoría de las personas, la exposición continua a un nivel del ruido medio ambiental de 70 dB no causará deterioro auditivo. El oído de una persona adulta puede tolerar un nivel del ruido ocasional de hasta 140 dB, pero para los niños tal exposición nunca debe exceder 120 dB.

4.3.3 Efectos de exposición prolongada al ruido

Para personas sometidas a ruidos de niveles mayores que 60dB, las reacciones más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, disminución del peristaltismo digestivo, que ocasiona gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir. Se ha comprobado que los niños sometidos a ruidos constantes y fuertes poseen unos niveles más elevados de tensión arterial que aquellos que no lo están y que este estado suele continuar con la madurez, posibilitando un mayor índice de enfermedades cardiovasculares.

Numerosos estudios concluyen que un ruido constante por encima de los 55 decibelios produce cambios en el sistema hormonal e inmunitario que conllevan cambios vasculares y nerviosos, como el aumento del ritmo cardíaco y tensión arterial, el empeoramiento de la circulación periférica, el aumento de la glucosa, el colesterol y los niveles de lípidos. Además, repercute en el sueño produciendo insomnio, lo que conducirá a un cansancio general que disminuirá las defensas y posibilitará la aparición de enfermedades infecciosas. (Una exposición constante por encima de los 45 decibelios impide un sueño apacible).

Entre los efectos psicológicos pueden mencionarse estrés, insomnio, irritabilidad, síntomas depresivos, falta de concentración, rendimiento menor en el trabajo, etc. Un grupo de población que sufre mucho estas consecuencias son los escolares cuya falta de concentración, incluso en las propias casas, hace que tengan un rendimiento escolar más bajo. Existen también efectos sociales adversos como problemas en la comunicación que puede llevar al aislamiento.

4.3.4 Disminución de la capacidad auditiva

La pérdida de la audición inducida por ruido ha sido descrita desde la revolución industrial. Desde hace varias décadas se ha incluido entre las diez primeras causas de patología ocupacional; sin embargo, la mayoría de los organismos gubernamentales han hecho poco para prevenirla. La pérdida de audición es la patología más común en personas sometidas a una contaminación sonora excesiva.

En parte constituye una consecuencia y en parte una adaptación a los ruidos excesivos: para evitar los daños físicos o el malestar psicológico que produce el ruido constante, el organismo se habitúa al mismo a costa de perder capacidad auditiva. Pero, como consecuencia, si no se adopta una protección adecuada, se puede desarrollar una pérdida permanente de la audición.

Está demostrado que ruidos superiores a 90 decibelios experimentados de una forma habitual durante mucho tiempo, producen la pérdida de audición. Sonidos menores pero continuados pueden también dañar la salud del oído. Si bien una exposición larga a sonidos con una intensidad superior a 90 decibelios puede producir pérdida de audición permanente, de la misma forma una exposición continuada a sonidos de más de 80 decibelios puede producir los mismos resultados. También pueden producir pérdida de audición exposiciones de más de un cuarto de hora a 100 decibelios y de más de 1 minuto a 110 decibelios.

Teniendo en cuenta principios anatómicos y fisiológicos, la pérdida auditiva, se puede clasificar en:

- Conductiva: se interrumpe la transmisión del sonido del conducto auditivo externo al oído interno.
- Neurosensorial: por lesión del oído interno o del nervio auditivo.

La pérdida auditiva ocasionada por el ruido y la rapidez con la que se produce es diferente para las distintas formas de exposición a un ambiente ruidoso (continua, fluctuante, intermitente o impulsiva), pero sea cuál sea la forma en que se produzca, la pérdida es irreversible.

Cuando la causa es un ruido único, de corta duración pero de muy alta intensidad (por ejemplo, una explosión), se denomina “trauma acústico”, y resulta en una pérdida auditiva repentina y generalmente dolorosa. Cuando la causa es una por exposición crónica a ruidos de no tan alta intensidad, se denomina “hipoacusia neurosensorial”. Esta generalmente se acompaña de otros síntomas tales como acúfenos, disminución de la capacidad de discriminación, distorsión de los sonidos.

Cuadro 4.1 Grado de hipoacusia y repercusión a nivel de la comunicación

GRADO DE HIPOACUSIA	UMBRAL DE AUDICIÓN (dB)	DÉFICIT AUDITIVO
Audición Normal	0-25 dB	--
Hipoacusia Leve	25-40	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia muy corta.
Hipoacusia moderada	40-55	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70	Requiere conversión en voz alta.
Hipoacusia severa	70-90	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia Profunda	>90	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

Fuente: Instituto Vasco. Protocolos de vigilancia sanitaria específica –Ruido- 2006

El diagnóstico de la hipoacusia inducida por ruido se realiza mediante la audiometría. Una audiometría detecta disminución en los umbrales auditivos de las diferentes frecuencias. Sin embargo, últimamente se ha implementado una nueva técnica diagnóstica que permite localizar más específicamente las zonas de daño estructural. Esta técnica no invasiva se basa en la medida de las emisiones otoacústicas generadas por las células ciliadas externas de la cóclea. Para llevar a cabo esta evaluación se inserta una sonda en el conducto auditivo externo que incluye un micrófono para el registro de las emisiones, además de, una o dos fuentes de sonido que emite un estímulo o dos en el caso de los productos de distorsión.

El registro de las otoemisiones acústicas analiza exclusivamente la función coclear, aún más, la función de las células ciliadas externa, de allí, que su aplicación se haga cada vez más importante en la práctica audiológica. Estas pruebas se caracterizan por ser objetivas, no invasivas y rápidas en su realización.

Otros aspectos importantes que deben tomarse en cuenta cuando se habla del efecto nocivo del ruido, es la susceptibilidad de cada persona: estudios a largo plazo han demostrado que algunos oídos se dañan con más facilidad que otros. La susceptibilidad individual varía enormemente e incluso pueden existir alteraciones genéticas en la cóclea que contribuyan a ella. Existe además una enorme lista de factores que predisponen a la pérdida auditiva, como el tabaquismo, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la edad, la combinación con ciertos compuestos químicos, etc. aunque no todos parecen ser decisivos.

4.3.5 Efectos del ruido en las aulas escolares

La mayor parte de las investigaciones desarrolladas con el objeto de determinar los efectos de la exposición al ruido se han realizado con población adulta de entornos residenciales expuestos a elevados niveles de ruido. Por el contrario, son escasos los estudios realizados sobre poblaciones que habitan otro tipo de edificios (residencias de ancianos, centros sanitarios, centros educativos...).

Los estudios centrados en el impacto del ruido en la población docente y escolar resaltan el impacto de este contaminante en este tipo de poblaciones, obteniéndose altas correlaciones entre nivel de ruido y molestia individual experimentada por los profesores. Podemos achacar estas altas correlaciones a tres factores: la interferencia provocada por el ruido en la comunicación, la duración de la exposición al ruido y la elevada atención y concentración necesarias en las aulas.

Los estudios realizados con la población escolar, tanto a nivel nacional como internacional, han mostrado que la exposición continuada a elevados niveles de ruido puede incidir de manera significativa en las aptitudes de atención y discriminación auditiva, así como en determinados aprendizajes y de manera especial en la lectura.

5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El alcance contractual del proyecto se centra en el casco urbano del Municipio de Villamaría, Departamento de Caldas, ubicado en la sub región centro sur del país con una aproximación en su origen geográfico en la cabecera de 5° 3' latitud norte y 75° 31' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, a una altura media aproximada de 1.920 msnm y con una superficie total de 461 km², la sección territorial está dividida en área urbana y área rural; el área urbana conformada por el Villamaría Tradicional o Centro y una serie de urbanizaciones a su alrededor, de acuerdo con información registrada en la página web del municipio.

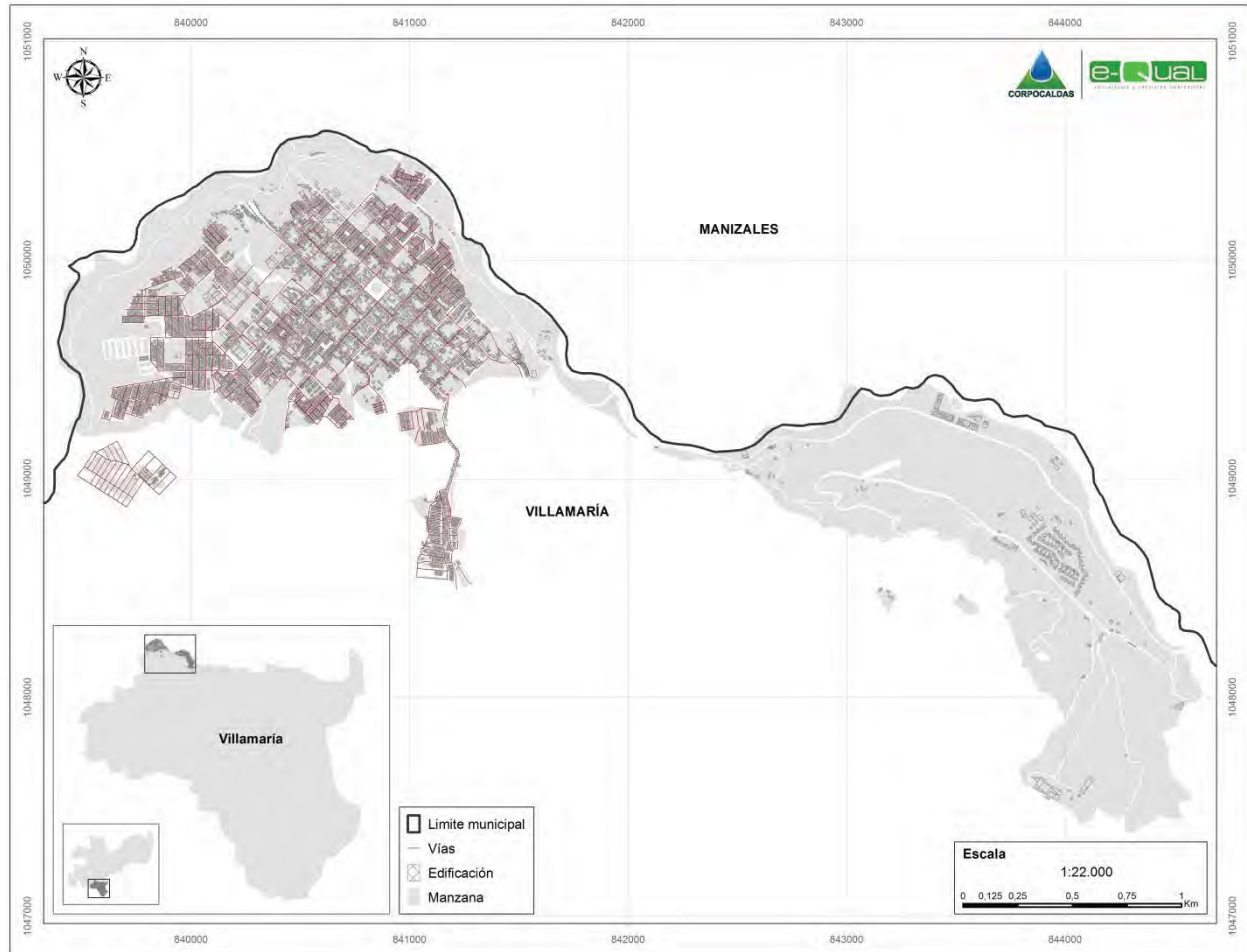
Figura 5.1 Localización geográfica del Municipio de Villamaría, Caldas, Colombia.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El Municipio de Villamaría limita al norte con Manizales, capital del Departamento de Caldas, al sur con el Municipio de Santa Rosa de Cabal, Departamento de Risaralda; al oriente con los municipios de Herveo y Murillo, Departamento del Tolima y al occidente con el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas.

Figura 5.2 Cabecera Municipal de Villamaría, Caldas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

La densidad poblacional y el número de habitantes para el Municipio de Villamaría, según las tendencias elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2003), con base en el censo realizado en el año 1993, para el año 2015 presentan una proyección total de 56.288 habitantes, de los cuales 46.469 pertenecen a la zona urbana del municipio. Dichos valores son de importancia en el desarrollo del estudio, en la determinación del número de personas afectas o que puedan padecer las consecuencias y/o efectos adversos sobre la salud auditiva, física y mental, debido a los niveles de ruido en la cabecera del municipio.

La geografía física del Municipio de Villamaría y en particular del casco urbano se encuentra compuesta por pendientes fuertes superiores a 2° en su mayoría, factor determinante en la relación entre la contribución de ruido de motor y ruido de rodadura donde también intervienen entre otros factores el estado de las vías y flujo vehicular medio. En la **Fotografía 5.1** se observan registros fotográficos tomados en campo para detallar la particularidad de las pendientes de las vías y su ponderado.

Fotografía 5.1 Detalle pendiente de vías etapa de campo Villamaría, Caldas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

En cuanto a la movilidad, de acuerdo con el documento de planeación “*SP Código Planeación Acuerdo 088 - 17 de Dic 2000 – Sección 10.1 Clasificación de vías*”, el Municipio de Villamaría presenta la siguiente clasificación según su función, vías de acceso, vías arterias principales, vías arterias secundarias, vías colectoras y vía local. Respecto a la estructura vial y la organización del tránsito, durante el trabajo de campo se identificó claramente los principales cruces viales, adicional a esto durante el monitoreo propiamente dicho se caracterizó el estado de las vías, geomorfología, pendiente, edad de la vía, reductores de velocidad, ancho de la vía, sentido y número de carriles, a fin de obtener un grado de aceptación más aproximado entre la realidad y la modelación del cálculo de la Emisión Media Diaria (i.e. EMD) proveniente del flujo vehicular.

En relación a la industria, el Municipio de Villamaría representa parte importante de la industria del departamento, con sectores económicos de manufactura, transporte público, zonas de entretenimiento y áreas de servicios públicos en general, se destacan en el área urbana del municipio el sector comercial y de entretenimiento sobre el área de parqueadero de Trefilados, de igual manera en el área circundante al Parque Bolívar y sobre el área del Barrio La Florida. Por sus características de funcionamiento el sector comercial industria, representa un foco puntual de emisiones sonoras al ambiente y como factor influyente en el desarrollo económico de una población y por ello objeto de un profundo diagnóstico en relación a la administración del uso de suelo, dicha área se encuentra sectorizada hacia el costado donde limitaba la industria de Baterías VARTA ubicada en la calle 3 con carrera 9; en la actualidad en dicha zona operan empresas emblemáticas de la región como Color Siete.

6 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

6.1 ANÁLISIS RESULTADOS DE ESTUDIOS PREVIOS

A fin de realizar un diagnóstico acústico del municipio a partir de los resultados obtenidos en los estudios de ruido ambiental realizados entre los días 24 de febrero y 1 de marzo de 2011 por la empresa ADA & CO LTDA, en este diagnóstico se revisaron los datos aportados por el consultor, métodos empleados en el cálculo de niveles sonoros y se amplió la interpretación de los mismos mediante análisis sistemático de las condiciones operativas y técnicas utilizadas en su desarrollo.

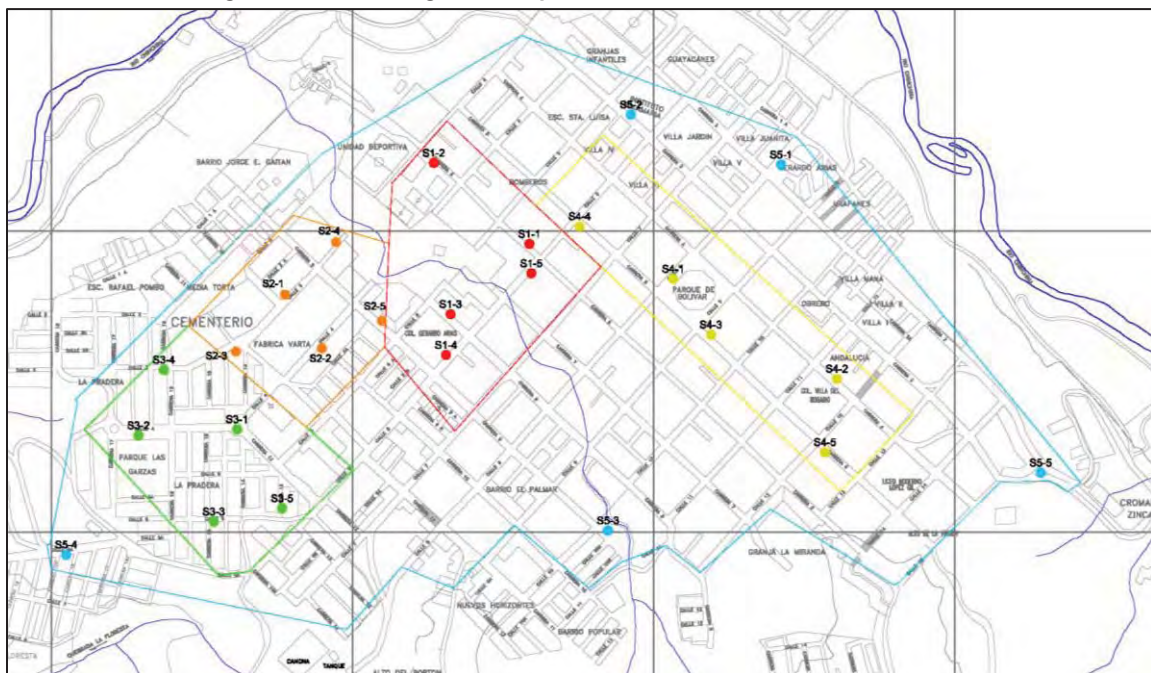
El objetivo de este capítulo es avanzar en la definición de las zonas urbanas que deben tener una atención preferente y/o prioritaria en el plan de descontaminación por ruido del Municipio de Villamaría, Caldas y aquellas zonas urbanas que puedan clasificarse como tranquilas o de protección ambiental.

Dicho estudio muestra los niveles de ruido ambiental medidos en el Municipio de Villamaría y los puntos que superaron los niveles límites establecidos en la normativa nacional vigente.

6.1.1 Selección de puntos de monitoreo año 2011

El estudio se desarrolló en cuatro (4) sectores que abarcan el casco urbano del Municipio de Villamaría, los cuales fueron seleccionados tomando en cuenta el criterio de CORPOCALDAS y los sectores donde se encuentra sectorizados las principales actividades comerciales del municipio.

Figura 6.1 Ubicación general de puntos de monitoreo de ruido año 2011.



Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

6.1.2 Resumen niveles de ruido ambiental monitoreo año 2011

En relación a los niveles de ruido ambiental durante el monitoreo realizado en el año 2011 se obtuvieron los siguientes datos.

Cuadro 6.1 Niveles ruido ambiental - Sector 1. Hospital San Antonio, Colegio Gerardo Arias, Centro recreativo.

Nombre	LeqAR Día dB(A)	LeqAR Noche dB(A)
Punto 1. Frente a portería Hospital San Antonio Carrera 6 – frente al 5 - 39	66,2	63,7
Punto 2. Frente a Entrada Piscina Carrera 6	66,2	56,3
Punto 3. Entrada colegio Gerardo Arias Carrera 8 No. 5 - 39	64,3	53,7
Punto 4. Calle 6 frente al 8B - 03	73	68,6
Punto 5. Calle 6 No. 6 - 43 Frente a entrada vehículos hospital	73,1	68,8

Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

Cuadro 6.2 Niveles ruido ambiental - Sector 2. Fabrica VARTA, C.I. Color Siete, Call center, Colegio Kennedy.

Nombre	LeqAR Día dB(A)	LeqAR Noche dB(A)
Punto 1. Calle 3 No 9 - 68 frente a Fabrica VARTA	65,1	57,5
Punto 2. Calle 4 - costado puerta de salida fabrica VARTA	64,7	57,6
Punto 3. Calle 3 - Frente a la puerta de entrada esquina del cementerio	63,7	57,1
Punto 4. Calle 3 entre carreras 8 y 9, frente a Call center	65,4	54,7
Punto 5. Carrera 9 entre calles 4 y 5	68,8	66,3

Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

Cuadro 6.3 Niveles ruido ambiental - Sector 3. Barrio residencial La Pradera.

Nombre	LeqAR Día dB(A)	LeqAR Noche dB(A)
Punto 1. En glorieta frente a CAI Barrio La Pradera	68,2	70
Punto 2. Parque Las Garzas Calle 4 frente a No 16 A – 06	70,4	66,3
Punto 3. Calle 6 frente al 14 A - 06	70,5	65,7
Punto 4. Calle 3 entre 16 y 16 A	67,8	60,6
Punto 5. Carrera 13 frente al 5 - 46	67,9	63,8

Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

Cuadro 6.4 Niveles ruido ambiental - Sector 4. Zona comercial del municipio.

Nombre	LeqAR Día dB(A)	LeqAR Noche dB(A)
Punto 1. En el parque de Bolívar de Villamaría	68,7	63
Punto 2. Carrera 4 frente al 11 - 21	72,4	69,4
Punto 3. Carrera 5 frente al 9 - 24	70,9	64,8
Punto 4. Carrera 5 frente al 6 - 07	69,5	66,5
Punto 5. Carrera 5 frente al 12 - 35	70,4	64,8

Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

Cuadro 6.5 Niveles ruido ambiental - Sector 5. Periferia del municipio.

Nombre	LeqAR Día dB(A)	LeqAR Noche dB(A)
Punto 1. Calle 8 frente al 1A - 09	63,2	59,5
Punto 2. Carrera 4 frente al 4 – 23	66	59,2
Punto 3. Carrera 10 frente a 9 - 28	62,9	63,5
Punto 4. Calle 6 A - 18 A - 17	68.6	66,4
Punto 5. Entrada a Villamaría frente a Calle 15 frente 2 - 06	71,6	69,8

Fuente: ADA & CO Ltda., 2011.

6.1.3 Resultados mapas de ruido monitoreo de ruido ambiental año 2011

Entre la información suministrada por el proyecto medición de ruido ambiental del Municipio de Villamaría de febrero de 2011, se encuentra la representación gráfica de las isófonas de ruido obtenidas mediante el método de interpolación de los niveles sonoros obtenidos a 4 metros de altura sobre el nivel de piso, sin embargo es preciso mencionar que si bien el cálculo de interpolación se basa en la atenuación del ruido debida a la distancia, efecto denominado como divergencia geométrica, el cálculo de dispersión de niveles sonoros tiene en cuenta diferentes variables como lo son los métodos de cálculo y en general debe cumplir como mínimo recurso con lo estipulado por la norma ISO 9613 - *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2 General method of calculation*.

Debido a que los niveles de ruido típicos de un municipio presentan una alta variabilidad espacial y temporal y que la intención de modelar una situación acústica particular es aproximar las condiciones reales y llevarlas a modelos de ruido según el tipo de fuente que se pretende calcular, se considera que el método de interpolación de datos no representa adecuadamente las condiciones acústicas de la situación de una zona y por el contrario, enmascara las verdaderas circunstancias que condicionan su “clima acústico”. A pesar de ello, se reproducen los valores medios aportados en la base de datos del monitoreo de ruido ambiental del año 2011, sin que dichos resultados signifiquen un aporte técnico de peso para la realización del presente plan de acción y mitigación de ruido.

7 METODOLOGÍA

La metodología empleada para la etapa inicial o trabajo de campo, el cual tiene como producto final la entrega de resultados del monitoreo de ruido ambiental y la adquisición de información como ítem de entrada para el desarrollo de las estrategias encaminadas a establecer las acciones y medidas tanto preventivas como correctivas para mantener los niveles de ruido por debajo de los máximos permisibles, de acuerdo con los sectores y subsectores de ubicación de fuentes y los horarios de operación de las mismas.

Dentro de los principales hitos de la etapa inicial y trabajo de campo se encuentran los siguientes objetivos y tareas a desarrollar:

➤ *Análisis de información secundaria:*

En esta fase se estudió el estado de los marcos legales vigentes y la información disponible por parte de la autoridad ambiental del Municipio (Mapas de ruido, acciones desarrolladas, problemáticas identificadas, quejas recibidas, acuerdos ejecutados, entre otros.)

➤ *Socialización inicial:*

El objeto de la divulgación inicial del proyecto es informar sobre las actividades y resultados finales, así como la importancia del mismo a las entidades, autoridades ambientales y gubernamentales

➤ *Inventario de fuentes:*

Por medio del cual se realiza un diagnóstico del número de fuentes generadoras de ruido según el sector y sub sector económico.

➤ *Selección de puntos de monitoreo:*

Teniendo en cuenta las áreas donde hay mayor densidad de fuentes de ruido, sectores en conflicto por usos de suelo, principales fuentes generadoras de emisiones ambientales e información secundaria como estudios previos y PQR.

➤ *Monitoreo de ruido:*

En los puntos previamente definidos durante un periodo de 24 horas donde se diligencian formatos especialmente diseñados, a fin de realizar un seguimiento de las principales fuentes de ruido, conteo de vehículos y descripción del estado de la vía, entre otros.

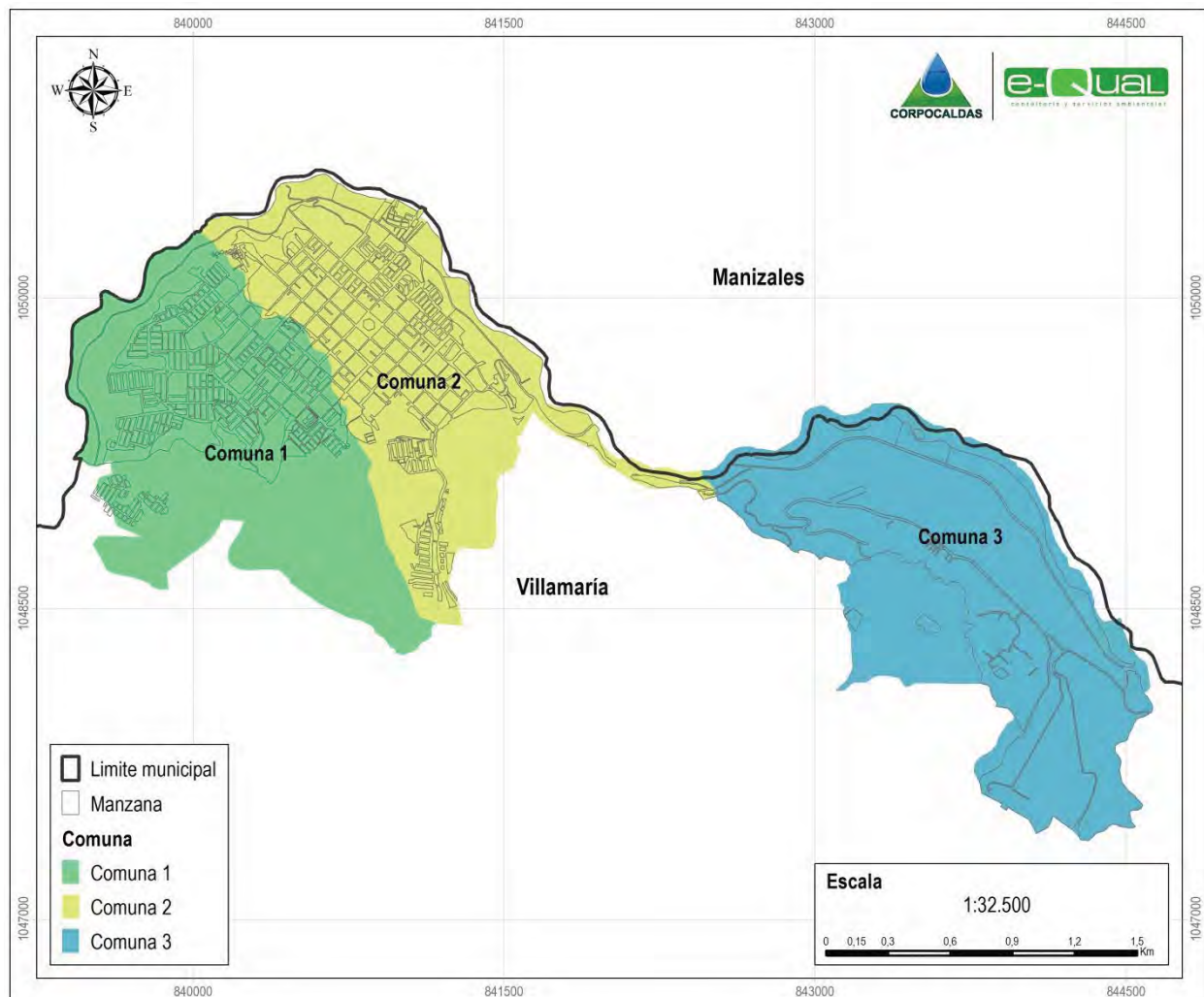
7.1 CRITERIO DE SELECCIÓN PUNTOS DE MONITOREO

Para la selección de los puntos de monitoreo se tuvieron en cuenta diferentes criterios a fin de obtener muestras relevantes del “clima acústico” de las zonas de mayor importancia a nivel ambiental y que estén afectadas por este contaminante, de esta manera dichos resultados pueden ser útiles para las entidades competentes en la toma informada de decisiones encaminadas al desarrollo de medidas correctivas y preventivas en relación a las emisiones excesivas de ruido.

7.1.1 Inventario de fuentes fijas de ruido

El inventario de fuentes fijas de ruido se realizó teniendo los sectores comerciales presentes en el área urbana del Municipio de Villamaría, Caldas.

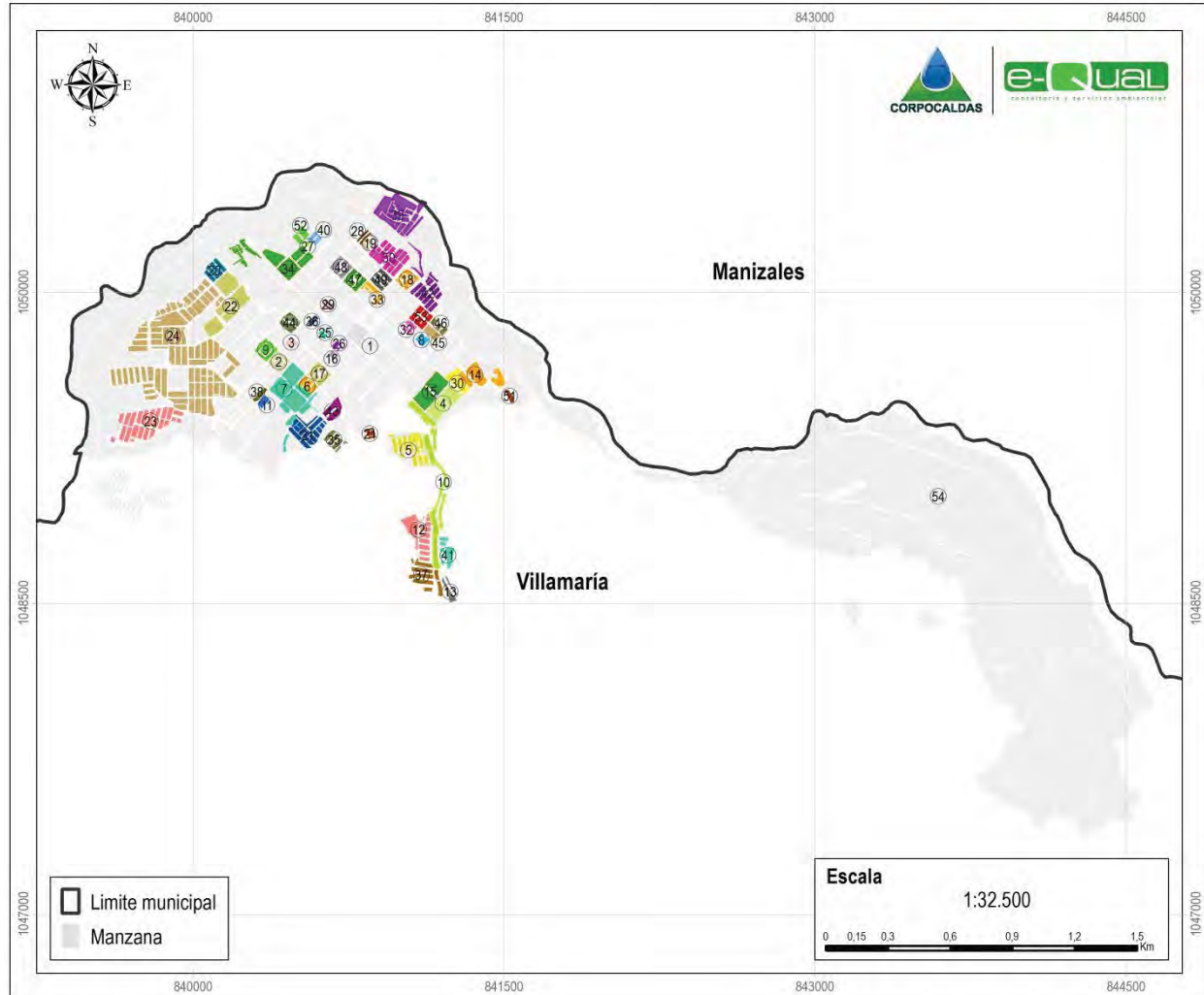
Figura 7.1 Distribución urbana por Comunas Municipio de Villamaría, Caldas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

La distribución urbana del municipio según el documento “*SP código planeación acuerdo 088 17 de Dic 200*”, se encuentra dividida en 3 comunas y 61 barrios; es preciso mencionar que la información cartográfica suministrada por la oficina de planeación municipal se encuentra en estado de revisión y ajuste; sin embargo, los datos e información empleados y analizados en el presente documento corresponden a la última versión oficial.

Figura 7.2 Distribución urbana por Barrios Municipio de Villamaría, Caldas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

En la **Figura 7.2** se presenta la distribución por barrios del Municipio de Villamaría, sin embargo, se grafican un total de 53 barrios y la zona que corresponde al sector de La Florida; los demás 8 barrios a los que hace referencia el documento “*SP código planeación acuerdo 088 17 de Dic 200*”, corresponden a Conjuntos residenciales, los cuales no se ilustran en la figura anterior; el listado de barrios del Municipio de Villamaría se presenta en el **Cuadro 7.1**.

Cuadro 7.1 Listado de barrios Municipio de Villamaría, Caldas.

1	Villamaría viejo	28	Nazareno
2	Alameda	29	Nereidas
3	Altamira	30	Nueva Villa Julia
4	Alto de La Virgen	31	Nuevos horizontes
5	Altos de Monserrate	32	Obrero
6	Altos del Portal	33	Palmeral
7	Altos del Portón	34	Polideportivo
8	Andalucía	35	Popular
9	Balcones de La Villa	36	Portal de Capri
10	Bella Vista	37	San Diego
11	Bosques de La Pradera	38	San Martin
12	C.R.C.	39	Santa Ana
13	Caracol	40	Terrazas de la granja
14	Coloya	41	Turín
15	El Crucero	42	Urapanes
16	El Guadual	43	Villa Beatriz
17	El Palmar	44	Villa Diana
18	Gerardo Arias	45	Villa I
19	Guayacanes	46	Villa II
20	Jorge Eliecer Gaitán	47	Villa III
21	La Aldea	48	Villa IV
22	La Capilla	49	Villa V
23	La Floresta	50	Villa Juanita
24	La Pradera	51	Villa Juliana
25	Manantial de La Villa	52	Villa Luisa
26	Miraflores	53	Villa Mana
27	Mónaco	54	La Florida

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El objeto de dicho inventario fue identificar la densidad de fuentes de ruido discriminando la actividad económica y la tipología de la misma, este proceso se llevó a cabo realizando un recorrido a lo largo y ancho del municipio obteniendo como resultado una base de datos de 112 fuentes fijas de ruido, las cuales fueron agrupadas de acuerdo con el tipo de establecimiento que se muestra en el **Cuadro 7.2**, que clasifica las diferentes actividades en 4 grupos: (1) actividades de entretenimiento y diversión, (2) actividades empresariales e industriales, (3) actividades prestadoras de servicios y comercio y (4) otras actividades.

Cuadro 7.2 Clasificación de actividades y tipos de establecimientos.

CÓDIGO	TIPOLOGÍA
1	Actividades de entretenimiento y diversión
1.1	Zonas de recreación
1.2	Juegos de rana, tejo, bingo, billares
1.3	Bares y bar restaurante
1.4	Expendio de licor y tienda
1.5	Discotecas, club de baile, terrazas bar
1.6	Salones comunales, áreas
2	Actividades empresariales e industriales
2.1	Industrias metalmecánica, textilera, farmacéutica
2.2	Talleres de ornamentación, carpintería
2.3	Lavanderías, auto lavado
2.4	Panaderías
2.5	Recicladoras
3	Actividades prestadoras de servicios y comercio
3.1	Educativos
3.2	Salud
3.3	Estaciones de servicio
3.4	Alimentos
3.5	Comunicaciones, antenas de telecomunicaciones
3.6	Mantenimiento de automotores, taller autos
3.7	Transporte-embalaje
3.8	Religiosos, centros de culto
3.9	Servicios varios, ventas comercio
4	Otras actividades
4.1	Tráfico y despegue de aviones
4.2	Maquinaria particular, agropuestos
4.3	Otros, electrificadoras, entidades publicas

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El resultado de este inventario tiene por objeto establecer las tendencias globales de la ocupación de cada sector económico y de esta manera identificar, qué sector económico, basado en su densidad, aporta mayor fuentes de ruido y en qué zona se ubica dicha población de muestras.

Luego de realizar un sondeo por *Google street view*, donde se identificaron más de 300 fuentes fijas de ruido, se procedió a realizar la verificación en campo durante los tres (3) primeros días. En dicho reconocimiento de la zona se hicieron recorridos por el largo y ancho del municipio con cuatro (4) grupos de operarios oriundos y conocedores del mismo, donde se identificaron las fuentes existentes en la actualidad y se clasificaron según su actividad.

En el **Cuadro 7.3** se presenta el inventario de fuentes del Sector 1 - Actividades de entretenimiento y diversión para el Municipio de Villamaría, adicionalmente en la **Figura 7.3** se presenta la distribución porcentual de estas fuentes por tipo de establecimiento.

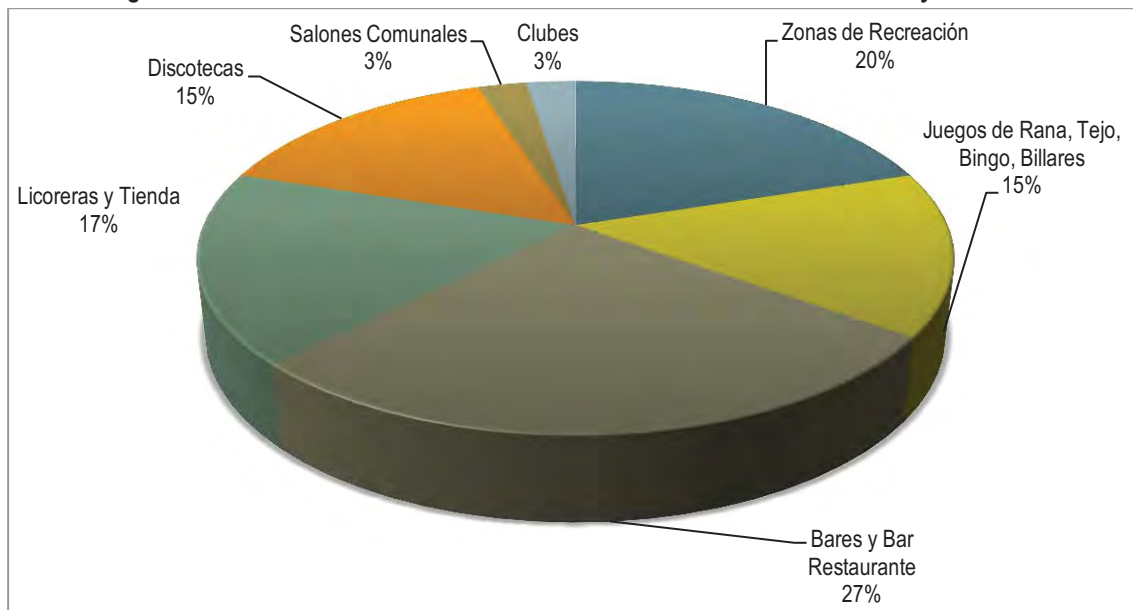
Cuadro 7.3 Inventario de fuentes - Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
1.1	Tres Palmas	Cll. 7a No. 3a - 09	Palmeral	840825	1050014
1.1	Villa Cinco	Cr. 2b No. 7 - 52	-	840905	1050052
1.1	Cancha Urapanes	Cr. 2 No. 8	-	840975	1050058
1.1	Cancha Villa Juanita	Cll 7a No. 1	Villa Juanita	840974	1050121
1.1	Villa Diana	Cll. 5	Villa Diana	840367	1049858
1.1	Colegio Gerardo Árias Ramirez Primaria	Cr. 9 No. 3 - 26	Villa Diana	840249	1049031
1.1	Parque de Los Estudiantes	Cll. 5 No. 8	Gerardo Árias	840354	1049809
1.1	Parque Las Garzas	-	Pradera	839891	1049593
1.2	Academia de Billares Willy	Cll. 9 No. 3 - 53	-	841187	1049878
1.2	Club Ajedrez en Roque	Cll. 8 No. 4	Centro	840832	1049943
1.2	Bingo	Cll. 8 No. 5 - 02	Centro	840771	1049845
1.2	Cancha de Tejo La Playita	Vía Ilanitos	Floresta	840027	1049093
1.2	Cancha de Tejo Bombazo	Bombazo	Floresta	840120	1049340
1.2	Cancha Canalización	Cr. 8 No. 9 - 09	Palmar	840716	1049574
1.3	Tienda Fonda El Cafetal	Cll. 8 No. 4	-	840813	1049888
1.3	Restaurante Bar Super Chorizo	Cll. 8 No. 5, 1er piso esquina	-	840811	1049882
1.3	Academia Billar Clásico	Cr. 5 No. 4, esquina	-	840869	1049803
1.3	Villa Plaza	Cr. 1 vía V.M.	-	841599	1049471
1.3	Restaurante El Guadual	Cll. 15 No. 20 - 06	-	841432	1049588
1.3	Bar Cafetería El Bohío	Cr 5No. 9 - 12	-	840871	1049794
1.3	Bar Fortuna	Cr. 5 No. 9 - 08	-	840860	1049802
1.3	Bar Cafetería Mancho	Cll. 8 No. 5 - 21	Centro	840765	1049829
1.3	Restaurante Chino	Cll. 8 No. 5 - 03	Centro	840771	1049845
1.3	Donde Cache	Cr. 5 No. 8 - 07	Centro	840786	1049876
1.3	Taberna Disco Andanzas	Cr. 6 No. 18d - 140	Turin	841214	1048681
1.4	Merkala	Cll. 8 No. 8, esquina	Palmar	840605	1049665
1.4	Avicola Maos	Cr. 8 No. 7 - 05	Palmar	840528	1049727
1.4	Tienda	Cr. 8 No. 7 - 02	Palmar	840531	1049729
1.4	Tienda	Cr. 8 No. 6 - 52	Palmar	840531	1049729
1.4	Los Cachos	Cll. 4 No. 16 - 14	Pradera	839955	1049640

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
1.4	Estanquillo Glorianaz	Cll. 4 No. 15 - 21	Pradera	839997	1049631
1.4	Licores Fondo Blanco	Cr. 12a No. 6 - 08	Pradera	840207	1049483
1.5	Salsoteca 33	Cr.1, puente, entrada	-	841901	1049340
1.5	Aquí te quiero ver	Cr. 1, puente, entrada	-	841905	1049394
1.5	Fonda Entre Pues	Cll. 4 No. 16b - 12	Pradera	839895	1049629
1.5	-	Cll. 4 No. 15 - 16	Pradera	840014	1049640
1.5	Zona Rosa Trefilados	Cll. 6 No. 12	Pradera	840195	1049536
1.5	Retro (zona rosa trefilados)	Cll. 6 No. 11 - 20	Pradera	840278	1049587
1.6	Salón de Eventos	Cll. 8 No. 5 - 39	Centro	840744	1049813
1.7	Academia de Billar Club Master	Cll. 8 No. 5, 2do piso esquina	-	840813	1049882

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 7.3 Distribución de fuentes - Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El mayor porcentaje está representado por el sub sector bares y bar restaurante con un 27%, seguido de las licoreras y tiendas con 17%, un 20% del inventario está representado por zonas de recreación, las discotecas representan un 15% y los establecimientos de juegos de rana, tejo, bingo y billares otro 15%; en un total de 40 fuentes inventariadas, el restante 6% se distribuye en salones comunales y clubes en el área urbana del municipio. De acuerdo con lo anterior, el mayor porcentaje de fuentes está relacionado con establecimientos que operan con sistemas de amplificación y que por su actividad son las que mayores niveles de emisión sonora aportan al ambiente.

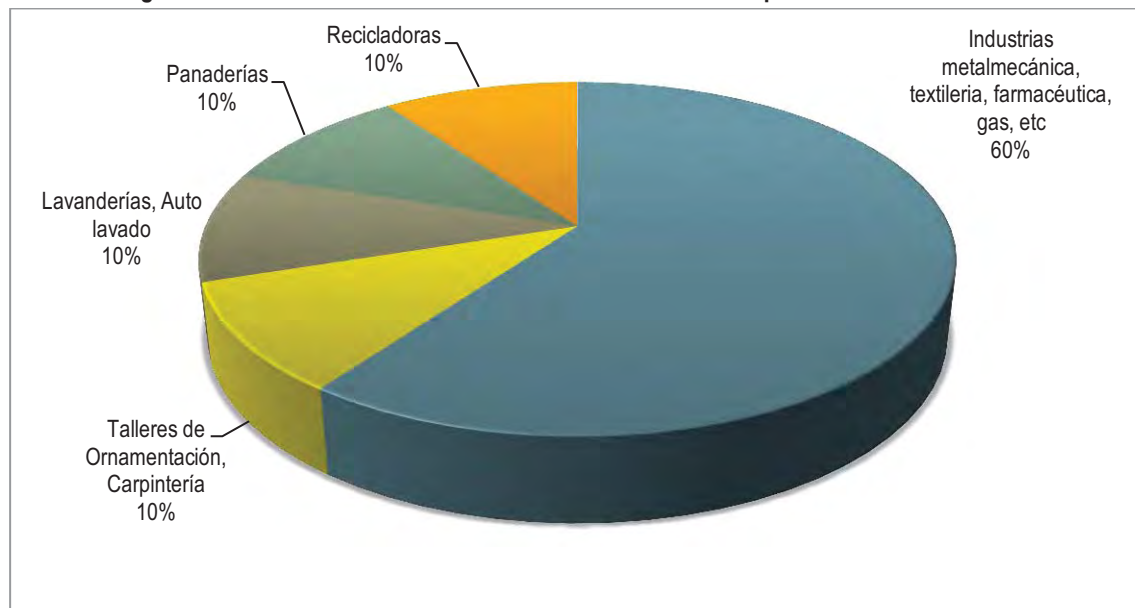
En el **Cuadro 7.4** se presenta el inventario de fuentes del Sector 2 - Actividades empresariales e industriales para el Municipio de Villamaría, adicionalmente en la **Figura 7.4** se presenta la distribución porcentual de estas fuentes por tipo de establecimiento.

Cuadro 7.4 Inventario de fuentes - Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
2.1	EME	Cr. 1, puente, entrada	-	841925	1049407
2.1	Remontadora	Cr. 3 No. 7 - 09	Villa Juanita	840850	1050047
2.1	Dobladora	Cr. 7 No. 6 - 34	Villa Diana	840564	1049828
2.1	ETERNIT	Cr. 7 No. 6 - 34	Villa Diana	840564	1049828
2.1	Taller de Porvenir	Cr. 8 No. 5 - 03	Villa Diana	840418	1049844
2.1	Zona Industrial / Color Siete	Cll. 3 No. 9	Capilla	840114	1049799
2.2	Carpintería en casa	Cr. 6 No. 13 - 48	La Loma	841101	1049448
2.3	Lavadero	Cr. 7 No. 5 - 16	Villa Diana	840479	1049896
2.4	Panadería La Francesa	Cr. 5 No. 9 - 02	-	840870	1049811
2.5	Chatarrería Villa Diana	Cr. 7 No. 6 - 34	Villa Diana	840564	1049828

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 7.4 Distribución de fuentes - Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El mayor porcentaje de establecimientos identificados se distribuye en industrias metalmeccánicas, textilera, farmacéutica y gas, con un 60% del total de 10 fuentes inventariadas, las cuales se ubican principalmente por la carrera 7 con calle 9; para este grupo también se encontraron recicladoras, panaderías, lavanderías y talleres de carpintería.

En el **Cuadro 7.5** se presenta el inventario de fuentes del Sector 3 - Actividades prestadoras de servicios y comercio para el Municipio de Villamaría, adicionalmente en la **Figura 7.5** se presenta la distribución porcentual de estas fuentes por tipo de establecimiento.

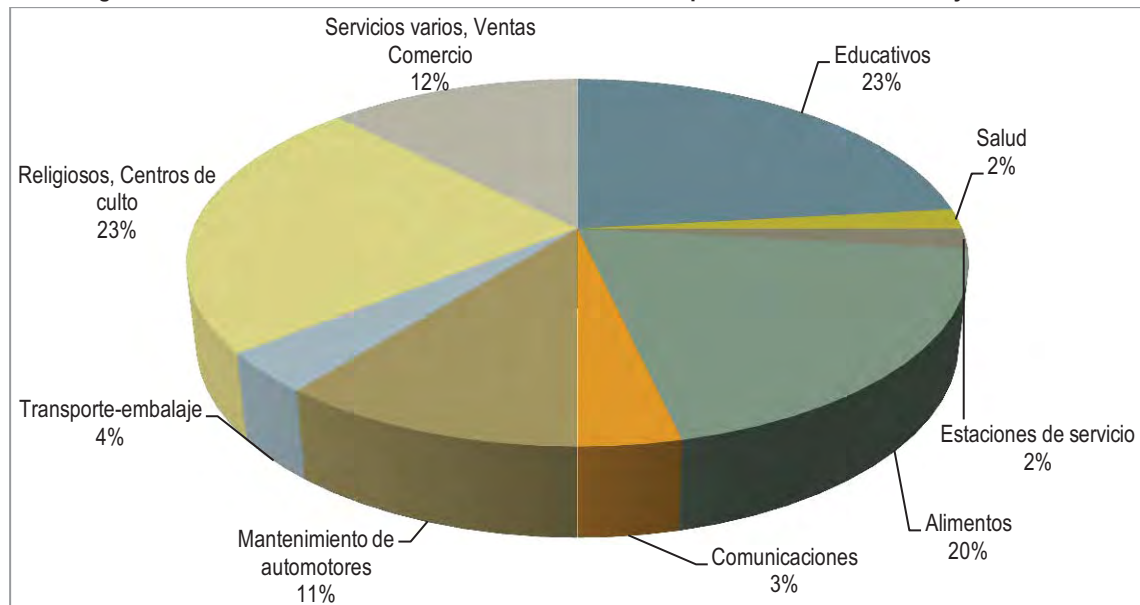
Cuadro 7.5 Inventario de fuentes - Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
3.1	Instituto Educativo San Pedro Claver	Cll. 8a con Cr. 4, esquina	-	840823	1049908
3.1	Colegio Villa del Rosario	Cr. 5 No. 13 - 25	-	841160	1049530
3.1	Colegio San Pedro	Cll. 8 No. 04 - 03	Centro	840863	1049923
3.1	Liceo Infantil Ángeles	Cll. 8 No. 4 - 22	Centro	840819	1049902
3.1	Instituto Villamaría	Cr. 3 No. 3 - 06	Villa Juanita	840813	1050162
3.1	Hogar Infantil Villamaría	Cr. 3 No. 5	Villa 4	840695	1050168
3.1	Colegio Santa Luisa	Cr. 4 No. 5	Villa 4	840695	1050168
3.1	Colegio Gerardo Arias Ramírez	Cr. 8 No. 5 - 58	Villa Diana	840418	1049844
3.1	Centro Infantil Semillitas	Cr. 8 No. 7 - 42	-	840418	1049698
3.1	Liceo Infantil Pebbles	Cll. 8 No. 6 - 70	-	840572	1049698
3.1	Escuela Rafael Pombo	Cll. 1a No. 17a, esquina	Pradera	839874	1049878
3.1	Jardín Infantil Chiquitines	Cll. 5a No. 16 - 02	Pradera	839957	1049532
3.1	Escuela San Pedro 2	Cr. 6 No. 16 - 08	Turin	841246	1049104
3.2	Hospital San Antonio de Villamaría	Cr. 6 No. 5 - 68	-	840590	1049920
3.3	Terpel	Cll. 6 No. 10 - 78	Pradera	840294	1049617
3.4	Supermercado Villamaría	Cll. 8a No. 4 - 48	-	840835	1049892
3.4	Surtimax	Cr. 5 No. 8	-	840830	1049827
3.4	Supermercado Macrovilla	Cr. 5 No. 12 - 14	-	841076	1049621
3.4	Supermercado el Crucero	Cr. 5 No. 12 - 06	-	841061	1049631
3.4	Supermercado El Rebajón	Cr. 5 No. 9 - 43	-	840900	1049770
3.4	Supermercado D1	Cr. 6 No. 9 - 53	-	840834	1049692
3.4	Olimpica	Cll. 8 No. 5 - 20	Centro	840756	1049826
3.4	Altamira	Cr. 8 No. 6 - 06	Gerardo Arias	840464	1049813
3.4	Asadero Pradera	Cll. 4 No. 16 - 03	Pradera	839959	1049633
3.4	Palacio del Chuzo 2	Cll. 4 No. 4 - 03	Pradera	840088	1049619
3.4	Juanes	Cll. 6 No. 12	Pradera	840194	1049511
3.5	Digitex	Cll. 3a No. 9 - 30	Villa Diana	840249	1049031
3.5	Casa con antena	Cr. 6 No. 15 - 09	Turin	841242	1049095
3.6	Multiservicios Maximotos	Cr. 3 No. 10 - 04	-	841053	1049874
3.6	Centro de Servicios de Lubricación	Cr. 7 No. 6 - 06	-	840524	1049846
3.6	Taller de Mecánica	Cll. 5 No. 8 - 50	Gerardo Arias	840348	1049809
3.6	Taller Aupio	Cr. 9 No. 4 - 71	Capilla	840314	1049794
3.6	Parque Las Nereidas	Cll. 3 No. 13a - 40	Pradera	839841	1049717
3.6	Taller Lámina y Pintura	Cr. 8 No. 10 - 04	-	840747	1049532
3.7	Cable aéreo	Cr. 4 - 23	-	840887	1049903

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
3.7	Parqueadero Sideral	Cr. 18b No. 6a - 03	Floresta	839764	1049439
3.8	Parroquia Nuestra Señora del Rosario	Cll 9 No 5, esquina	-	840868	1049818
3.8	Iglesia Alianza Cristiana	Cr. 6 No 10 - 31	-	840889	1049656
3.8	La Iglesia de Cristo	Cr. 6 No. 11 - 07	-	840949	1049611
3.8	Iglesia La Asamblea de Dios	Cll. 13 No. 5 - 51	-	841086	1049525
3.8	Iglesia Un Lugar en la Casa de Dios	Cll. 10 No. 4 - 55	-	840948	1049758
3.8	Casa de Hermanas	Cr. 4 No. 8 - 05	Centro	840863	1049924
3.8	Funeraria y Capilla Aurora	Cr. 4 No. 7 - 33	Centro	840832	1049943
3.8	Salón del Reino de los Testigos de Jehová	Cll. 6 No. 2 - 53	Villa Juanita	840794	1050136
3.8	Iglesia Jesucristo de los Santos de los Últimos	Cr. 7 No. 7	Villa Diana	840582	1049817
3.8	San José de Tarbes	Cll. 8 No. 6 - 17	Centro	840707	1049771
3.8	Iglesia Pradera	Cll. 3a No. 4a - 03	Pradera	840119	1049683
3.8	Iglesia Católica	Cr. 7 No. 18c - 08	Turin	841106	1048814
3.8	Iglesia Ministerial Unida de Colombia	Cr. 7 No. 8 - 43	-	840717	1049691
3.9	Supermercado Villamaría	Cll. 8 No. 4 - 44	Centro	840819	1049902
3.9	Palmar Las Nereidas	Cr. 5 No. 12 - 33	-	840645	1049974
3.9	Pinturas Every	Cr. 6 No. 7 - 73	Centro	840730	1049801
3.9	Varios Comercios	Cr. 5 No. 8 - 07	Centro	840786	1049876
3.9	La Papelería	Cll. 8 No. 8, esquina	Palmar	840605	1049665
3.9	Barbería	Cr. 8 No. 6 - 75	Gerardo Arias	840521	1049731
3.9	Mapanita Process	Cll. 4 No. 16b - 10	Pradera	839902	1049645

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 7.5 Distribución de fuentes - Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Los subsectores religioso y centros de culto representan el 23% de las actividades prestadoras de servicios y comercio identificadas en el perímetro urbano del municipio, al igual que los centros educativos; cabe resaltar que los centros religiosos por su actividad y operación presentan comúnmente emisiones de ruido considerables al ambiente debido a uso de sistemas de amplificaciones para la celebración de las reuniones, así como las aglomeraciones que pueden soportar dada la cantidad de personas que asisten a este lugar, convirtiéndose así en fuentes que pueden generar potenciales molestias a los receptores cercanos o en el área de incidencia directa de las mismas.

De igual manera el subsector de educación, representa una de las áreas de mayor cuidado y manejo en la contaminación auditiva, debido a que los niveles de ruido en aulas de clases deben ser lo suficientemente aceptables para evitar problemas asociados a falta de concentración, pérdida de la audición, inteligibilidad de la palabra y problemas de comunicación entre otras, por tanto dichos establecimientos representan para el proyecto receptores potencialmente sensibles objeto de análisis y observación.

Dentro de esta clasificación también se identificaron establecimientos de alimentos, con un 20% y de mantenimiento de automotores, con un 11%; el restante 23% se distribuye en actividades de salud, estaciones de servicio, comunicaciones y antenas, locales de transporte y embalaje y servicios varios de ventas y comercio.

En el **Cuadro 7.6** se presenta el inventario de fuentes del Sector 4 – Otras actividades para el Municipio de Villamaría; la mayoría de lugares identificados corresponde a entidades públicas.

Cuadro 7.6 Inventario de fuentes - Sector 4 – Otras actividades.

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	BARRIO	ESTE	NORTE
4.3	Alcaldía Municipal	Cr. 4 No. 9a, esquina	-	840918	1049862
4.3	Casa de la Cultura	Cr. 4 No. 7 - 52	Centro	840832	1049943
4.3	Teatro Municipal	Cr. 4 No. 7 - 40	Centro	840832	1049943
4.3	Palacio de Justicia	Cll. 8No. 2 - 69	-	840912	1049999
4.3	Estación de Bomberos	Cr. 5 No. 5	-	840583	1050050
4.3	ETB	Cr. 5 No. 5 - 26	-	840610	1050026

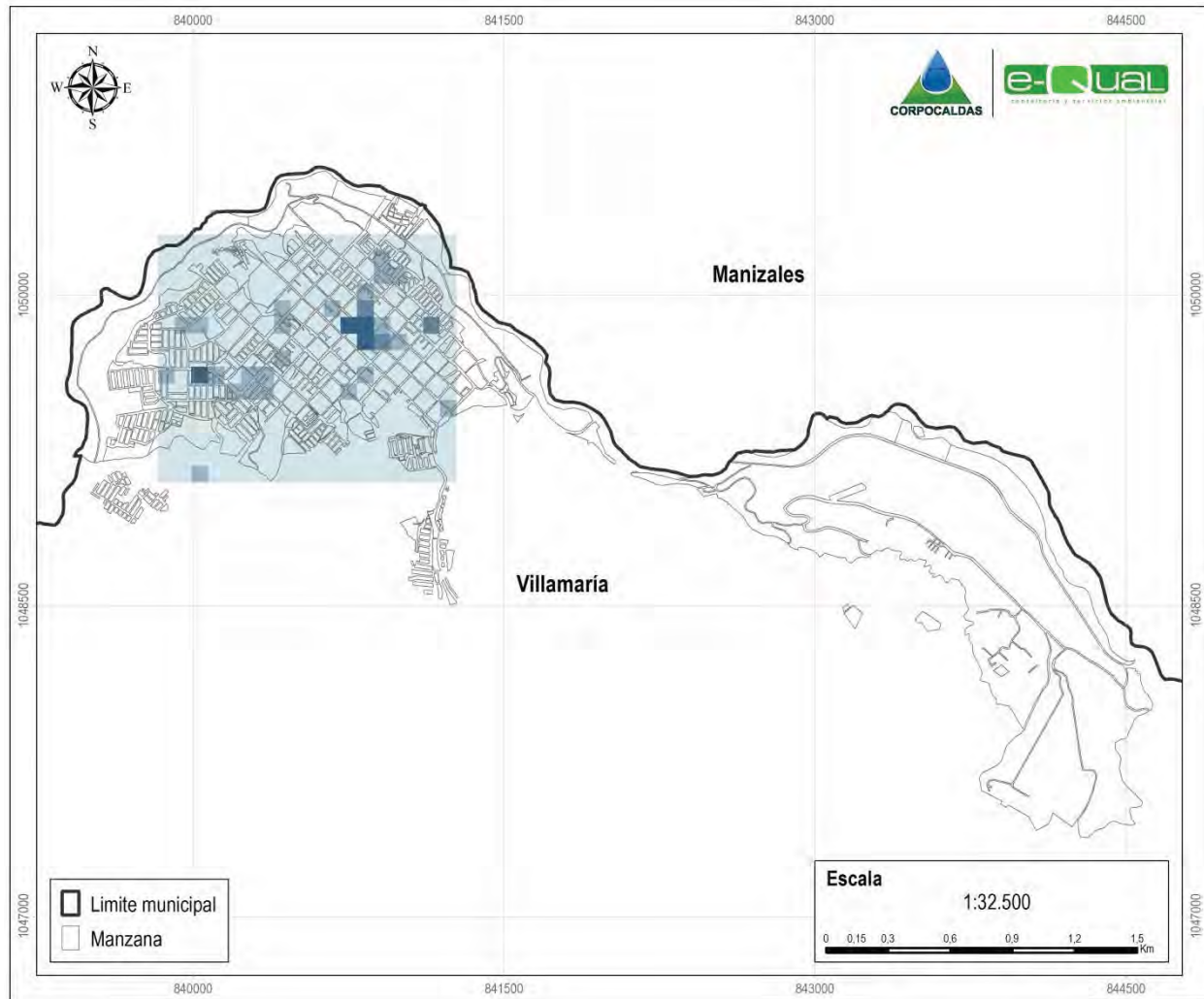
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Posterior al inventario de fuentes fijas del Municipio de Villamaría, y a fin de tener una perspectiva que defina con mayor brevedad la dinámica y tendencia de los distintos sectores económicos según la clasificación aportada en el **Cuadro 7.2**, se realizaron mapas de densificación de fuentes.

Teniendo en cuenta la división de los sectores económicos en el territorio o área urbana del municipio, se realizaron mapas de densificación por grupo o actividad, en los cuales se denota con una gama de colores que va desde el más intenso (*i.e. mayor concentración de fuentes*), hasta el más tenue (*i.e. menor concentración de fuentes puntuales*) para cada sector comercial (*e.g. establecimientos, locales comerciales y/o entidades estatales, etc.*).

En la **Figura 7.6** se identifican las áreas con mayor concentración de fuentes de ruido asociadas al Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión. Aquí se definen las áreas o zonas donde se espera mayor impacto en el ambiente sonoro y por tanto aquellas que son objeto de estudio.

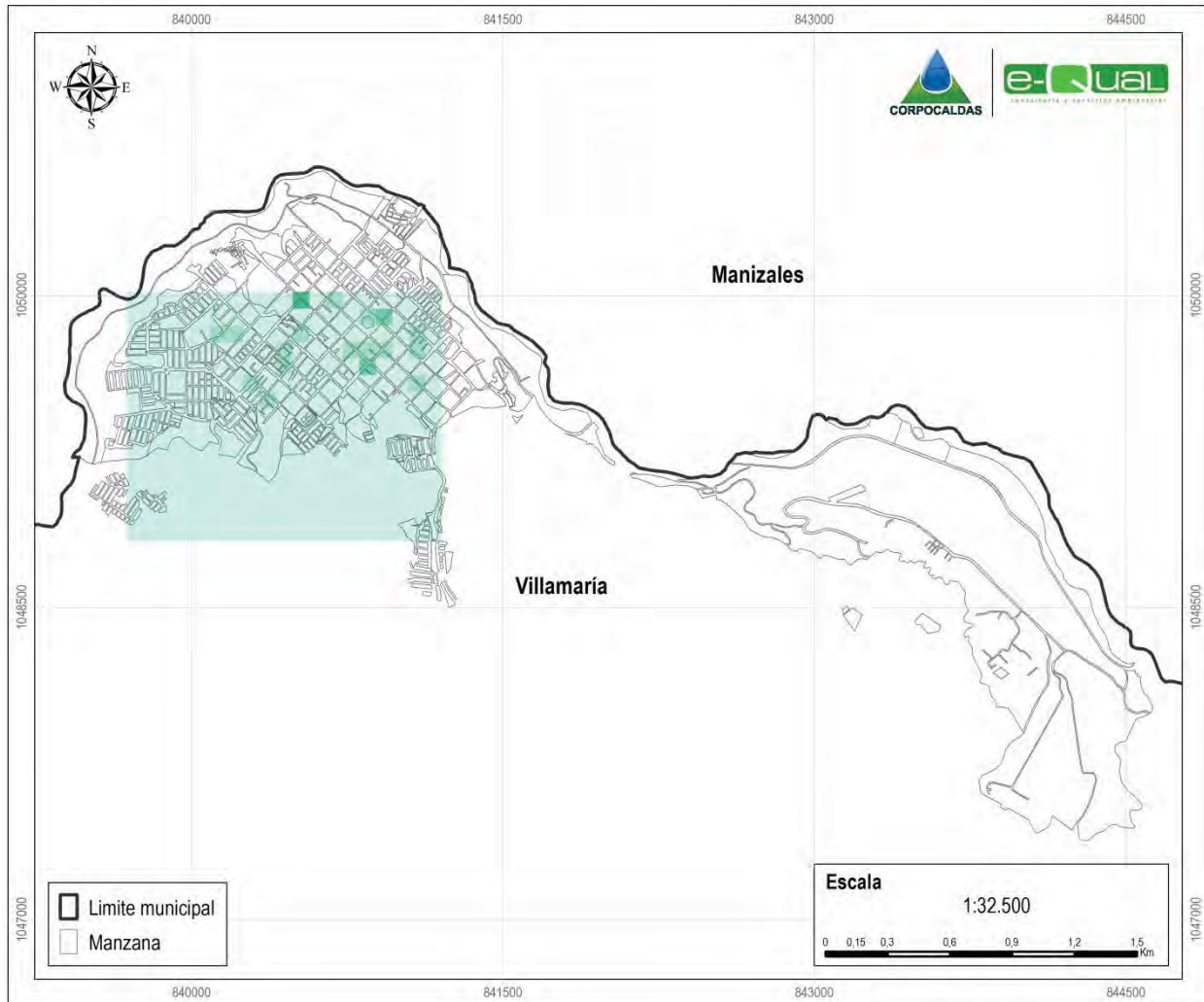
Figura 7.6 Densificación inventario fuentes Sector 1 – Actividades de entretenimiento y diversión.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

La figura anterior denota la ubicación de las fuentes asociadas a las actividades de entretenimiento y diversión, el polígono color azul encierra el área donde se encuentra la mayor concentración de fuentes en los tonos más intensos y por tanto dichas zonas representan las posibles franjas de monitoreo las cuales son identificadas como Centro o Parque Bolívar y el área de la pradera sobre el parqueadero de Trefilados. En la **Figura 7.7** se muestran las áreas con mayor concentración de fuentes de ruido asociadas al Sector 2 - Actividades empresariales e industriales, aquí se identifican las áreas o zonas donde se espera mayor impacto en el ambiente sonoro y por tanto aquellas que son objeto de estudio, relacionadas al grupo o sector industrial de manufactura.

Figura 7.7 Densificación inventario fuentes Sector 2 – Actividades empresariales e industriales.

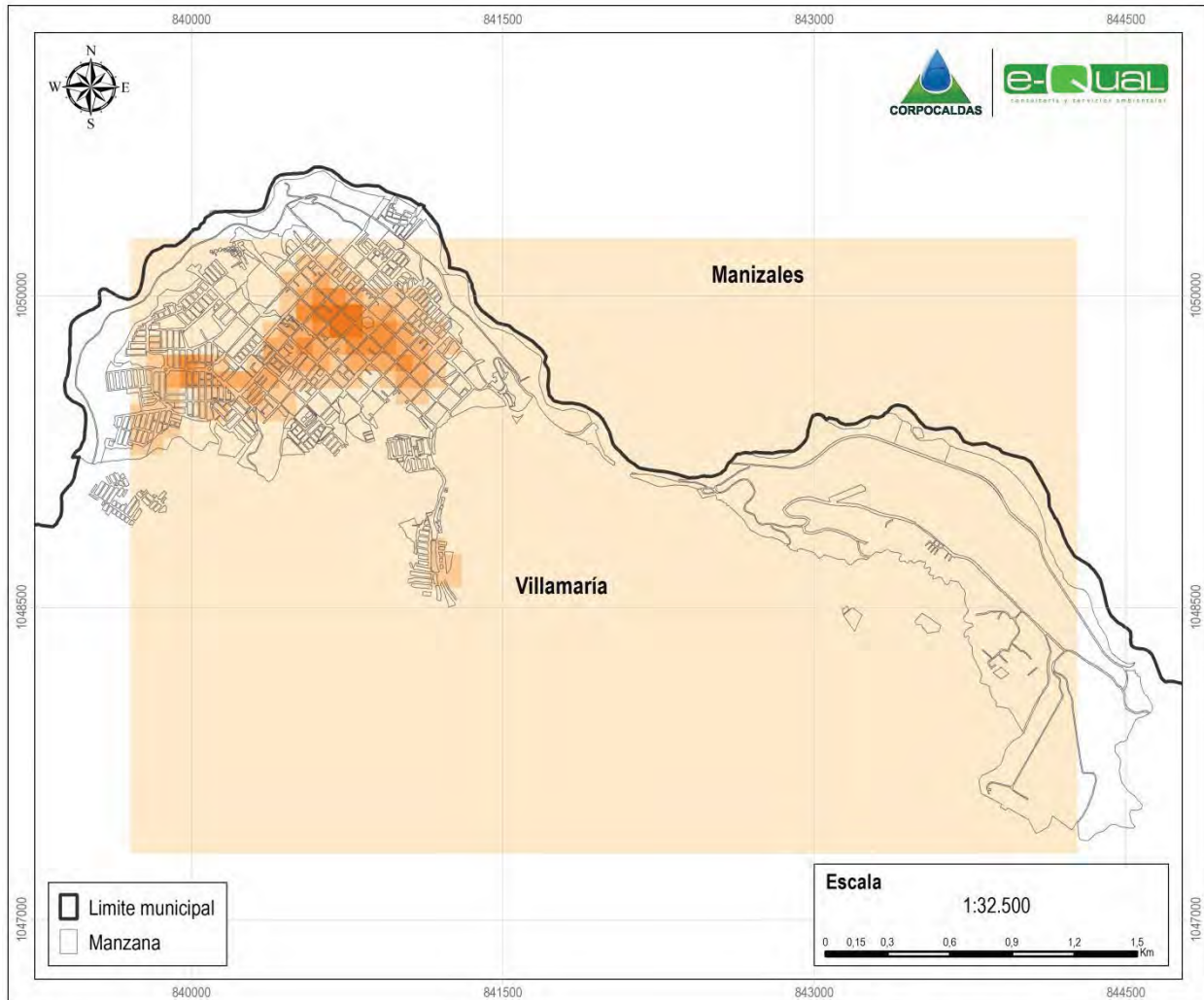


Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El área de tonos más intensos representa las zonas con mayor ocupación para las actividades empresariales e industriales y por ende los posibles puntos de monitoreo, estas áreas se identificaron como Polideportivo, Hospital y la periferia de la carrera 6 con calle 11, adicional a esto y para obtener trazabilidad con estudios anteriores dichos puntos se consolidaron como de importancia ambiental para el proyecto.

En la **Figura 7.8** se presenta la densificación de fuentes de la actividad comercial asociadas al Sector 3 - Actividades prestadoras de servicios y comercio, allí se identifican las áreas con mayor presencia de establecimientos para este sector económico, representadas por un tono de mayor intensidad; cabe resaltar que en el área límite o perímetro urbano se aprecian algunas fuentes asociadas a este sector, dicho esto se identifica como zonas de monitoreo los puntos ubicados en el Parque Bolívar, parqueadero de buses y microbuses, Alcaldía, Acumana, centros educativos y centros de Salud.

Figura 7.8 Densificación inventario fuentes Sector 3 – Actividades prestadoras de servicios y comercio.

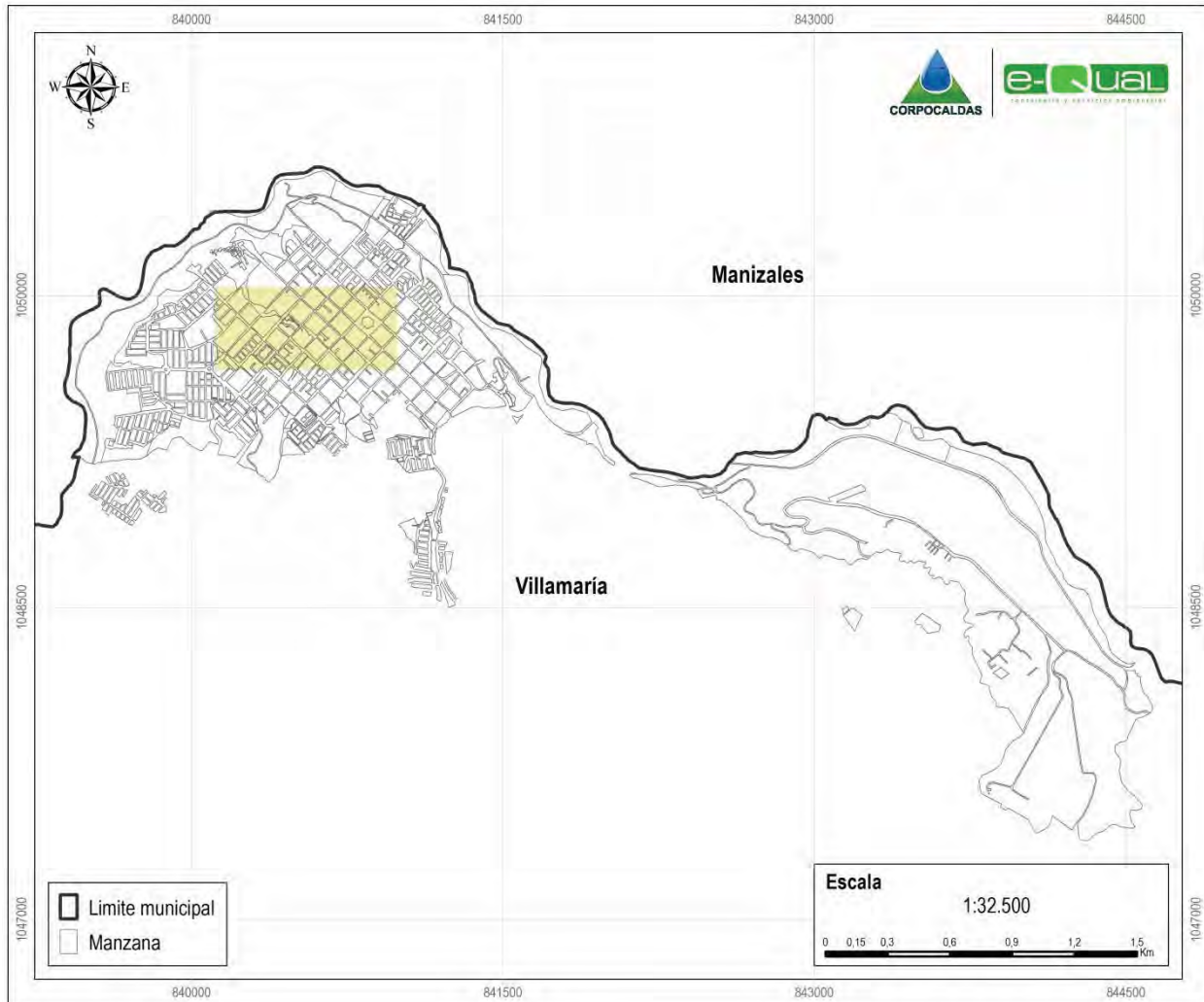


Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

En la **Figura 7.9** se puede identificar claramente las áreas con mayor concentración de fuentes de ruido asociadas al Sector 4 - Otras actividades; el polígono resalta los establecimientos referentes a entidades públicas, tráfico y despegue de aviones, electrificadoras entre otras, como se puede evidenciar la densidad es bastante pareja en el área del casco urbano del municipio, con entidades hacia el centro y sobre las área del polideportivo.

Se evidencio durante el seguimiento a las fuentes del lugar que el aeropuerto no pertenece al Municipio de Villamaría, por tanto se tiene en cuenta las entidades públicas como referencia para la definición de las locaciones para este sector económico. De acuerdo con los mapas de densificación elaborados para cada uno de los sectores, se puede evidenciar que el Municipio de Villamaría en su mayoría presenta actividades pertenecientes al Sector 3 - Actividades prestadoras de servicio y comercio; por lo que se espera mayor aglomeración en dicho sector y define la tendencia de las áreas a analizar en campo.

Figura 7.9 Densificación inventario fuentes Sector 4 – Otras actividades.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

7.1.2 Análisis de información secundaria PQR

Debido a la dinámica empresarial y emprendimiento comercial del municipio, algunas zonas o áreas destinadas a un uso del territorio específico se encuentran en conflicto dado el sub uso inadecuado que tienen y la falta de regulación en cuanto a las licencias de funcionamiento y estudio previos para la mitigación y control de emisiones por parte de los propietarios de los establecimientos comerciales, que por su actividad económica, alteren la estabilidad de la calidad acústica típica de una zona en específico.

Con el fin de identificar puntos sensibles y que por su ubicación presenten conflictos en cuanto al uso de suelo actual versus el uso potencial; y por tanto un factor determinante para la selección de puntos de monitoreo a fin de lograr una evaluación ambiental del clima acústico de una zona y/o comunidad expuesta, se realizó una investigación de las principales PQR instauradas en las entidades competentes, para lo cual se solicitó a la Inspección de Policía, copia autorizada de la base de datos de quejas por ruido.

El análisis de dicha información permitió visualizar de manera objetiva las áreas o población que podrían estar expuestas a molestias causadas por emisiones sonoras y por tanto constituyó una herramienta del diagnóstico acústico para la selección de áreas a evaluar. En el **Cuadro 7.7** se presenta la relación de las PQR instauradas ante la Inspección de Policía y quejas o denuncias notificadas ante la Policía.

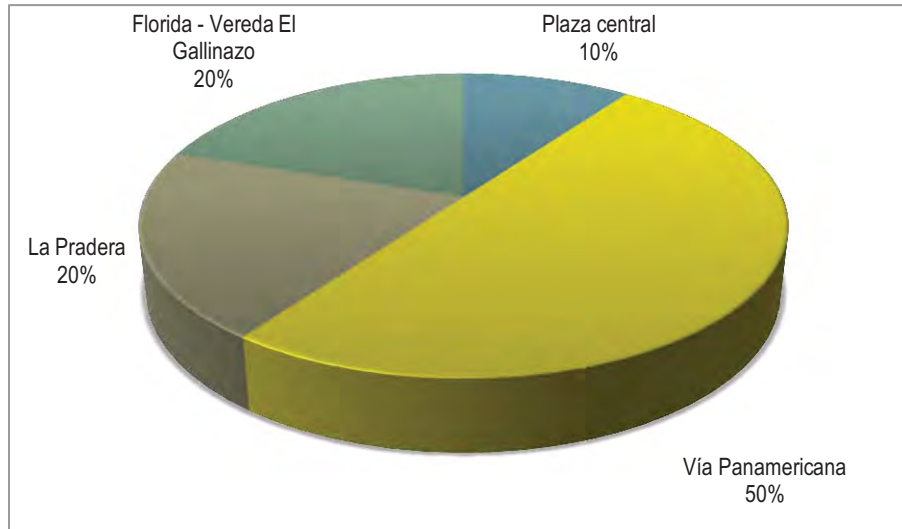
Cuadro 7.7 Relación de PQR por ruido, Municipio de Villamaría, Caldas.

ÍTEM	DIRECCIÓN	NOMBRE ESTABLECIMIENTO	SECTOR COMERCIAL	FECHA	OBSERVACIONES
1	Vía Panamericana	Eventos Cristal	Discoteca	30/06/2015	Funcionamiento hasta las 5:00 de la madrugada
2	Vía Panamericana	KOWEL	Discoteca	15/09/2014	Autorización de uso de suelo tipo 3 (C-3), esto indica según planeación de Villamaría que debe tener acondicionamiento acústico
3	Vía Panamericana	SAN TELMO		15/09/2014	-
4	Vía Panamericana	Eventos Cristal	Discoteca	15/09/2014	-
5	Calle 8 entre carreras 5 y 6	Oficinas CHEC	Sala de eventos		Eventos hasta las 4 am pero se ha solicitado permiso por escrito por parte de la secretaria de gobierno, el propietario se compromete a construir muros acústicos para mitigar el ruido
6	Florida - Vereda Gallinazo	Restaurante Vacunos	Restaurante y Bar	09/09/2015	La Policía afirma que en sus rondas no evidencio funcionamiento fuera de lo normal y que no genera altos niveles de ruido
7	Vía Panamericana	Bodegas UNE	Industrial	07/04/2014	-
8	Vereda el Gallinazo	Piqueteadero y fonda el Bambú	Comercial	31/08/2012	Se firma un acta de compromiso y se le explica que los niveles de ruido para dicho lugar de emplazamiento son día 70 dB y noche 60 dB
9	La pradera	Bares y restaurante	Comercial	05/05/2014	-
10	La pradera	Fonda	Comercial	05/03/2015	-

Fuente: Inspección de Policía Municipio de Villamaría, Caldas. 2015

En la **Figura 7.10** se presenta la relación en porcentajes sobre el total de quejas expuesta anteriormente, de este análisis se puede inferir las áreas donde se encuentra el mayor porcentaje de población afectada.

Figura 7.10 Relación del total de quejas por áreas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015 a partir de la información suministrada por la Inspección de policía de Villamaría

Las áreas que presentan mayor concurrencia en las solicitudes referentes a revisión de niveles sonoros por parte de la inspección de policía del municipio y las cuales representan un 50% del total de las PQR implantadas, se encuentran centralizadas en el área de La Florida, específicamente sobre los establecimientos comerciales y de ocio ubicados sobre la vía panamericana, los cuales por su horario de operación y por la actividad que desarrollan, representan áreas de conflictos en materia de emisiones sonoras con la comunidad y por tanto un área de interés como objeto de estudio y diagnóstico.

Hacia el sector de La Pradera se presentaron solicitudes por el 20% de las quejas, estas debido a establecimientos comerciales ubicados sobre el parqueadero de Trefilados y hacia el costado del parque Los Cerezos, el cual adicional se ve afectado por la presencia de automotores de la empresa de transporte público que utiliza la vía como parqueadero y lavadero de buses.

En la plaza central se presenta el 10% de las PQR y en específico las oficinas de entidades prestadoras de servicio como la CHEC donde se realizan eventos al público.

7.2 SELECCIÓN DE PUNTO DE MONITOREO ESTUDIO DE RUIDO VILLAMARÍA, CALDAS 2015

Teniendo en cuenta los criterios de selección de puntos de monitoreo, se identificaron diferentes áreas, que por las características como uso de suelo, densidad de fuentes de ruido, implantación de PQR por ruido y finalmente por mutuo acuerdo entre la interventoría de CORPOCALDAS para zonas críticas de previo conocimiento y en conflicto con la comunidad. Se seleccionaron 20 puntos de monitoreo de ruido ambiental, lo cuales se describen en el **Cuadro 7.8**.

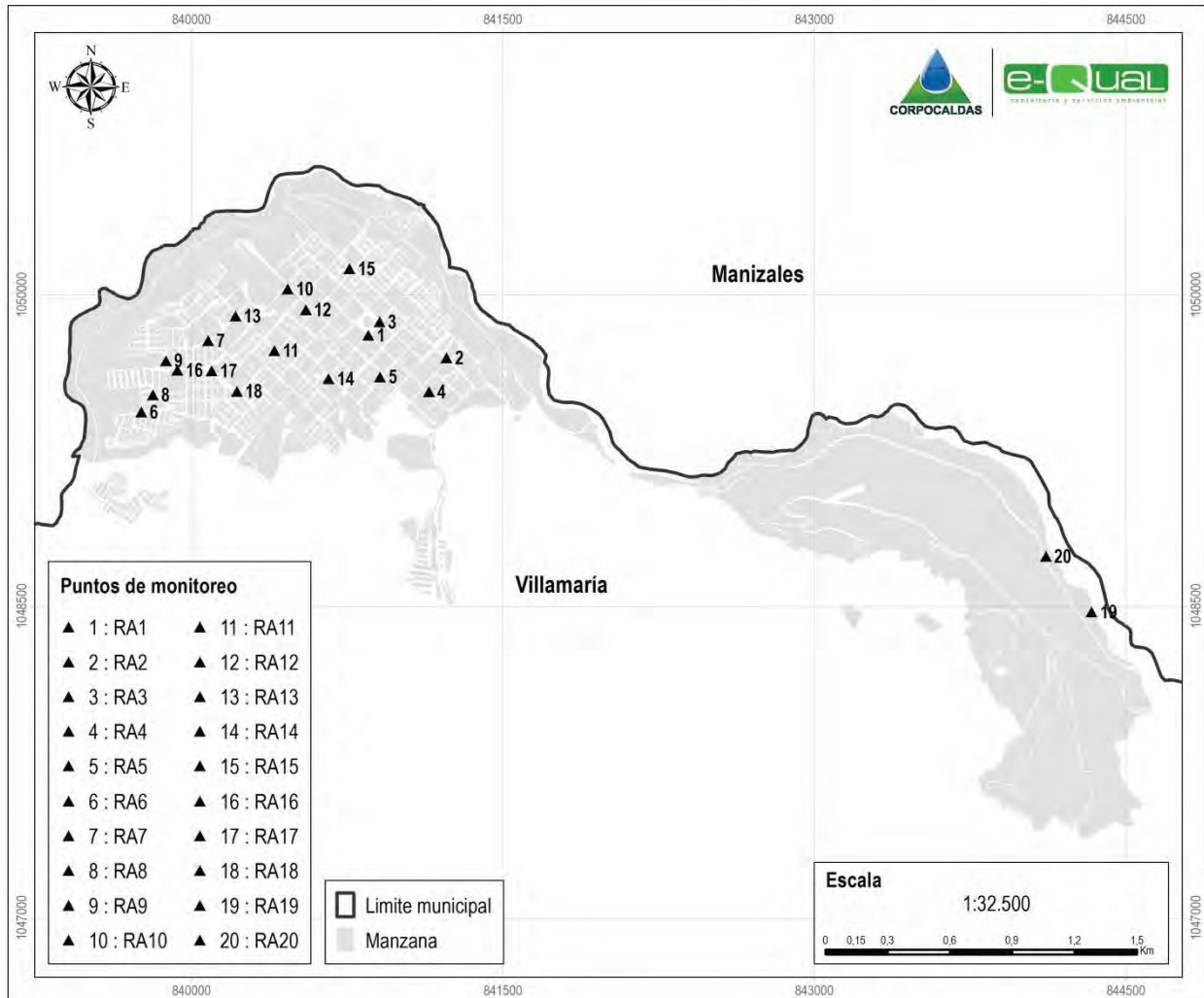
Cuadro 7.8 Ubicación puntos de monitoreo ruido ambiental Villamaría, Caldas.

PUNTO	NOMBRE	UBICACIÓN	EQUIPO	ESTE	NORTE
RA1	Iglesia parque principal	Esquina Cra 5 Calle 9	34886	840853	1049808
RA2	El Estrelladero	Vivienda campestre	36884	841230	1049699
RA3	Parque Bolívar	Cra 4 Calle 9	36103	840907	1049873
RA4	Colegio Villa del Rosario	Sector Altos de la virgen	36132	841145	1049536
RA5	Cra 6 Calle 11 Esquina	Cra 6 Calle 11 Esquina	BIJ05008	840909	1049607
RA6	Cra 18B Calle 6A	Parqueadero Sideral	34886	839758	1049438
RA7	Cementerio	Calle 3 Cra 14 Esquina	36884	840081	1049781
RA8	Límite Pradera - Villa Jardín	Límite Pradera - Villa Jardín	36103	839815	1049520
RA9	Cra 17 No. 3 – 57	Parque Los Nereidas	36132	839877	1049685
RA10	Polideportivo	Urbanización Calima	BIJ05008	840465	1050031
RA11	Calle 6 No. 8A – 33	Panadería Pan caliente	34886	840400	1049734
RA12	Hospital San Antonio	Parqueadero	36884	840551	1049930
RA13	Fábrica Varta	Entrada Varta	36103	840213	1049900
RA14	Cra 8 Calle 9	Kiosco Coca Cola	36132	840661	1049598
RA15	Colegio Jaime Duque	Calle 6 Cra 3	BIJ05008	840762	1050128
RA16	Calle 4 No. 16A - 03	Casetas La Pradera	34886	839933	1049640
RA17	CAI La Pradera	CAI La Pradera	36884	840098	1049636
RA18	La Pradera – Trefilados	Zona rosa	36103	840219	1049538
RA19	Conjunto Castellón de la Florida	Cancha de tenis	36132	844337	1048475
RA20	Conjunto La Florida	Casa 30	BIJ05008	844117	1048742

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

En la **Figura 7.11** se puede identificar de manera gráfica la ubicación de los puntos de monitoreo.

Figura 7.11 Mapa de Ubicación puntos de monitoreo ruido ambiental - Villamaría, Caldas.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

7.2.1 Inventario y caracterización de vías

Dentro de los alcances necesarios para la realización del mapa estratégico de ruido y como ítem para el cálculo de la Emisión Media Diaria (i.e. *EMD*) generada por el flujo vehicular típico de la zona, se realizó una caracterización general de los principales cruces y ejes viales principales y de transporte público. Teniendo en cuenta la información de entrada al software de modelación acústica SoundPLAN, se relaciona en formatos especialmente diseñados, el formato empleado para el inventario y clasificación de vías se muestra en la **Figura 7.12**.

Como parte de la evaluación de la vía se tuvieron en cuenta parámetros de diseño de la misma, los cuales deben considerar como mínimo recurso para análisis de modelos de dispersión sonora el número de carriles, ancho de la calzada, sentido y velocidad de diseño.

El factor asociado a la pendiente o grado de inclinación de la vía respecto al eje central está dado por el modelo digital de terreno (i.e. DGM), el cual depende íntimamente de las curvas de elevación de la zona objeto de estudio y es un parámetro calculado directamente por el motor de ruido SoundPLAN.

Dicho esto se puede concluir que para obtener mayor afinidad en los resultados del modelo, es preciso ingresar datos congruentes con la situación actual del proyecto ya que el moldeado de ruido es sensible a los datos de entrada suministrados por el operador. Los datos de entrada con sus respectivas unidades para la corrida del modelo se presentan en el **Cuadro 7.9**.

Cuadro 7.9 Parámetros de diseño de la vía - Villamaría, Caldas.

Parámetro	Unidad
Velocidad de diseño	km/h
No. de calzadas	un
No. de Carriles por Calzada	un
Ancho de Carril	m
Calzada	m
Pendiente Longitudinal Máxima	%
Pendiente Longitudinal Mínima	%
Radio Mínimo Calculado	m
Peralte Máximo	%
Deflexión Máxima para PQ Vertical	%
Deflexión Máxima para PQ Horizontal	Grados
Coefficiente de fricción lateral	Adimensional
Pendiente Longitudinal Mínima para rampa de Peraltes	%
Pendiente Longitudinal Máxima para rampa de Peraltes	%
Longitud del tramo de estudio	km

Fuente: Resolución 627 de 2006 del MAVDT hoy MADS

Figura 7.12 Formato inventario y clasificación de vías.

		INVENTARIO DE VÍAS		Vigencia: 03/09/2015							
Código: FO-OP-41		Versión: 01									
INFORMACIÓN GENERAL											
Municipio:	Personal de campo:		Fecha inicio:	Fecha final:							
Departamento:	Desde la carrera:		Desde la calle:								
Barrio:	Hasta la carrera:		Hasta la calle:								
DESCRIPCIÓN DE VÍAS											
Código	Nombre de la vía	Dirección	Sentido dirección (N/S o O/OCC)	Tipo de vía	No. de carriles	Ancho de carriles (desde el eje central en metros)	Velocidad promedio k/h	Pendiente (0° - 2° > 2)	Condiciones actuales de la vía (destapada, nueva, huecos, cerrada)	Cruces importantes (semáforos, reductor de velocidad)	Edad de la vía (años)

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 7.13 Formato conteo vehicular.

		FORMATO CONTEO DE VEHICULOS		Vigencia: 19/08/2015										
Código: FO-OP-37		Versión: 01												
INFORMACIÓN GENERAL														
Cliente:	Fecha:													
Proyecto:	Personal de campo:													
CONTEO VEHICULAR														
Punto No.	Sesión	Tráfico liviano				Tráfico pesado				Tráfico aéreo				
		Bicicleta	Moto	Automóvil	Camioneta	Microbús	Bus	C2P Pequeño 2 ejes	C2G Grande 2 ejes	C3 Grande 3 ejes	C4 Grande 4 ejes	Helicóptero	Avioneta	Avión
														

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

7.2.2 Comportamiento actual de los flujos vehiculares sobre las vías de estudio

Para la determinación del comportamiento y los flujos vehiculares en los tramos evaluados, se recopiló información primaria durante 24 horas continuas, entre los días miércoles 23 a domingo 27 de septiembre de 2015 en 20 estaciones diferentes en el municipio.

La variable del tráfico se compone de un conjunto de diversos elementos que interactúan entre sí para poder conformar un todo que se denomina diseño de tránsito, estos elementos son importantes para establecer un diseño geométrico que en la medida de lo posible satisfaga las solicitudes específicas del estudio de impacto por ruido.

El conteo vehicular se obtuvo mediante formatos especialmente diseñados con el objetivo de categorizar el tipo de vehículo y la distribución en los periodos diurno y nocturno (**Figura 7.13**), a fin de obtener una muestra estadística de datos de flujo vehicular medio del Municipio de Villamaría, Caldas.

Los resultados obtenidos se sintetizan en un promedio aritmético de *vehículos/hora* para cada periodo de evaluación y para cada categoría de vehículos, de acuerdo con el **Cuadro 7.10** (indicativo).

Cuadro 7.10 Parámetros de tráfico medio día/noche - Villamaría, Caldas.

	Veh/h (diurno)	P (diurno) (%)	Veh/h (nocturno)	P (nocturno) (%)
Total				
Vehículo Liviano				
Vehículo Pesado				

Fuente: Resolución 627 de 2006 del MAVDT hoy MADS.

8 ETAPA DE SOCIALIZACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

El objetivo principal de las charlas es socializar la información en la etapa inicial del proyecto denominado “*Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas*”, la cual se llevó a cabo el día jueves 24 de septiembre de 2015 en el segundo piso de la Alcaldía Municipal de Villamaría.

La convocatoria tiene por objeto primordial socializar la información de carácter ambiental del proyecto dirigida a las entidades competentes y a la comunidad o líderes comunitarios, esto con el fin de dar acceso a la normativa del estudio e involucrar tanto a la comunidad como a los entes estatales a la información técnica del mismo en sus diferentes etapas, las cuales se listan a continuación:

- Determinar los intereses comunes de los distintos actores invitados en la formulación del proyecto para evaluar las capacidades de interpretar las normativas nacionales y actuación sobre el conflicto.
- Promover el interés e involucramiento de distintos actores en el proceso de formulación del plan de descontaminación, de igual manera establecer prioridades de cómo abordar las principales problemáticas relacionadas con el ruido en el municipio.

La socialización de un proyecto ambiental es una herramienta de gran importancia para lograr mayor participación y educación en relación al proyecto, es común que en muchas ciudades la información existente no se aproveche de manera adecuada, lo cual disminuye la participación ciudadana y toma de decisiones al respecto, por parte de las entidades estatales competentes.

Como parte de un proyecto de sensibilización frente a la contaminación sonora en entornos comunitarios, es de gran importancia la circulación de la información en absolutamente todos los actores que tengan participación en el conflicto, mejorando la relación entre el dialogo y el conocimiento de los debidos procesos.

La carencia de información no solo impide a algunos actores conocer sus posibilidades de participar en un determinado proceso, sino la existencia del proceso mismo, del cual solamente se entera cuando empieza a padecer las consecuencias nocivas del conflicto en particular.

La agenda de la actividad de socialización inició con la presentación del equipo de trabajo de la empresa eQual Consultoría y Servicios Ambientales SAS, por parte de los ingenieros acústicos Marco Téllez y Diego Suárez; adicionalmente se explicaron las generalidades y el porqué del estudio así como los beneficios que este trae a la comunidad y normativas aplicables.

La charla abordó los siguientes temas:

- ✓ Introducción a la problemática de ruido
- ✓ La norma de ruido ambiental para Colombia
- ✓ Actividades desarrolladas por los establecimientos comerciales
- ✓ Uso de suelo para el desarrollo de actividades

- ✓ Niveles de ruido permitido según resolución 0627 de 2006 del MAVDT
- ✓ Efectos del ruido sobre la salud humana
- ✓ Que es un mapa de ruido
- ✓ Metodología de monitoreo
- ✓ Participación ciudadana (preguntas y respuestas)

Fotografía 8.1 Registro Fotográfico Socialización Inicial del proyecto.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Seguido de la socialización, se realizó una sesión de preguntas por parte de la comunidad asistente, en donde aclararon dudas respecto al estudio y algunos informaron de posibles lugares a inventariar para el posterior proceso de medición.

Los funcionarios de las entidades públicas manifestaron su interés en ejercer control respecto al tema de ruido, manifestando lo siguiente:

- Tener severidad en el uso del suelo.
- No conceder permisos para establecimientos de música abiertos al público.
- Implementar la norma existente con relación al control del ruido.

Ver **Anexo 1** - Presentación socialización inicial, **Anexo 2** - Cartas de invitación socialización inicial y **Anexo 3** - Listado de asistencia socialización inicial.

9 METODOLOGÍA MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

La metodología establece los procedimientos necesarios para llevar a cabo el monitoreo de ruido ambiental de una manera estandarizada y confiable, determinando tipo de equipo empleado, verificación o ajuste de la calibración del mismo, unidades, alturas definidas de medición y verificación de las condiciones meteorológicas. De acuerdo con esto, se determinaron los equipos a utilizar, la técnica más asertiva para la medición y la ubicación de los puntos a monitorear. Así mismo se identificaron posibles fuentes generadoras y receptores de ruido, nivel de restricción según el sector y/o actividad realizada. Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental, son interpretados para cada punto en la forma estipulada en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

9.1 DATOS DE LA MEDICIÓN

A continuación se describe la información general concerniente a la evaluación de ruido ambiental en el área urbana del Municipio de Villamaría, Departamento de Caldas.

- Horario de trabajo: Diurno y nocturno
- Responsable de la medición: eQual Consultoría y Servicios Ambientales
- Sector de restricción de ruido ambiental:

Los puntos monitoreados tienen en cuenta las áreas con restricciones ambientales y zonas residenciales como eje de análisis para identificar conflictos los cuales se clasifican dentro del *Sector D: Residencial suburbana*, en donde el límite máximo establecido para el horario diurno es de 55 dB y para el nocturno de 45 dB.

Los puntos monitoreados dentro de zonas industriales que por sus características presenten posibles incumplimientos por encontrarse cerca a sectores más restrictivos y que puedan perturbar la tranquilidad y el nivel de confort acústico de una zona se encuentra dentro del Sector C “Ruido Intermedio Restringido” subsector zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas, en donde el límite máximo establecido para el horario diurno es de 75 dB y para el nocturno de 70 dB.

- Horario de operación de la fuente objeto de estudio:
Día: 7:00 a 21:00
Noche: 21:00 a 7:00

Adicionalmente, en el **Cuadro 9.1** se presentan los registros meteorológicos para los días de monitoreo.

Cuadro 9.1 Registros meteorológicos Villamaría, Caldas 2015.

FECHA	Temp Out	Hi Temp	Low Temp	Out Hum	Dew Pt.	Wind Speed	Wind Dir	Hi Speed	Hi Dir
Miércoles, 23-sep-15	22,8	27	18,7	66	17,2	2,9	N	1,3	NNE
Jueves, 24-sep-15	22,9	27,3	18,6	61	16,7	3,8	N	1,8	N
Viernes, 25-sep-15	23,4	29	17,8	69	16,5	2,9	NW	1,9	NW
Sábado, 26-sep-15	21,0	24,5	17,6	59	16,1	4,1	N	1,5	NW
Domingo, 27-sep-15	22,7	27,6	17,9	60	16,2	0,0	NW	1,5	-

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015, con base en Registro Estación meteorológica TAYLOR TPM-2752.

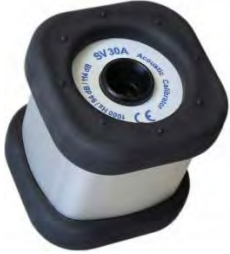
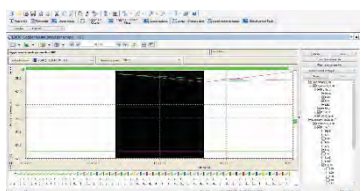
9.2 EQUIPOS UTILIZADOS

Para el monitoreo de ruido ambiental en el Municipio de Villamaría, se utilizó un (1) sonómetro Tipo I, marca Quest Technologies, modelo SoundPro SP-DL y cuatro (4) sonómetros Tipo I, marca SVANTEK, modelo 977, para medir los niveles de ruido ambiental registrados en los puntos monitoreados. De igual forma, se emplearon otros equipos adicionales, los cuales se describen en el **Cuadro 9.2**. Finalmente, como soporte en el **Anexo 10** se presentan los certificados de calibración de los equipos utilizados.

Cuadro 9.2 Equipos empleados durante la medición.

IMAGEN	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CARACTERÍSTICAS
	Sonómetro	Quest	SoundPro SP DL 1-1/3	BIJ05008	Precisión tipo I. Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia. Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava. Filtros de ponderación de frecuencia A, B, C y LIN. Modos de respuesta rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del nivel equivalente, máximo y mínimo. Cumple normas IEC 60651 y 60804. Certificado de calibración vigente. Provisto con cable de extensión de micrófono.

IMAGEN	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CARACTERÍSTICAS
	Sonómetro	SVANTEK	977	34886 36884 36103 36132	Precisión tipo I. Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia. Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava. Filtros de ponderación de frecuencia A, B, C y LIN. Modos de respuesta rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del nivel equivalente, máximo y mínimo. Cumple normas IEC 60651 y 60804. Certificado de calibración vigente. Provisto con cable de extensión de micrófono.
	Trípode	N/A	N/A	N/A	Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.
	Estación Meteorológica	TAYLOR	TPM-2752	2752	Estación meteorológica con monitor donde indica temperatura interior y exterior, humedad punto de rocío, dirección y velocidad del viento gracias a su anemómetro y veleta de forma inalámbrica mandan datos al monitor un estupendo y preciso instrumento de medición- índice de calor y punto de rocío - Iluminación en pantalla.
	Calibrador acústico	Quest	QC-10	QOG100010	Nivel de 94 dB y 114 dB. Certificado de calibración vigente.

IMAGEN	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CARACTERÍSTICAS
	Calibrador acústico	SVANTEK	SV 30A	-	Nivel de 94 dB y 114 dB. Certificado de calibración vigente.
	GPS	Garmin	GPSMAP 62S	-	Altímetro barométrico Brújula electrónica Memoria interna 1.7 GB Waypoints 2000 Rutas 200 Custom maps compatible Compatible con Garmin Connect (comunidad online en la que puedes analizar, clasificar y compartir datos).
	Software	3M	Detection manager Software	N/A	Utilizado para descargar los datos del sonómetro.
	Software	SVANTEK	SvanPC ++	N/A	Utilizado para descargar los datos del sonómetro.

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

9.3 TÉCNICAS DE MEDICIÓN

Con el objetivo de evaluar los niveles de ruido ambiental y realizar una comparación con los criterios definidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, establecidos en la Resolución 627 de 2006, se efectuaron en el casco urbano del Municipio de Villamaría, Caldas, mediciones de ruido ambiental, tanto en el horario diurno como en el horario nocturno. A continuación se indican las condiciones generales bajo las cuales se realizaron dichas mediciones:

Previo a las mediciones de los niveles de presión sonora en cada uno de los puntos, se realizó la calibración *in situ* del sonómetro, la cual se verificó en periodos de 3 horas, a fin de corroborar el estado del micrófono y el intervalo de respuesta del equipo, dichas calibraciones quedaron registradas en la memoria de los equipos. La calibración acústica se realizó con un pistófono, que emite un sonido puro de 114 dB a 1000 c.p.s. ó 94 dB a 250 c.p.s., para obtener exactitud y precisión en las mediciones. En cada uno de los puntos seleccionados se determinaron los niveles de presión sonora con un medidor de nivel sonoro calibrado, con el filtro de ponderación A y respuesta lenta (SLOW) durante un periodo de veinticuatro 24 horas con un buffer de datos de 5 minutos, se empleó un dispositivo protector contra el viento para evitar interferencias en las mediciones.

Las mediciones se efectuaron colocando el sonómetro a una distancia mínima de 1,5 metros del equipo u obstáculo, a una altura aproximada de cuatro (4) metros sobre el piso para reducir la influencia de los efectos del terreno y separado del cuerpo del ejecutor 0,6 metros aproximadamente.

El monitoreo se realizó ubicando el sonómetro en una única posición dado las características electroacústicas de los micrófonos, las cuales cumplen con las normas IEC (International Electrotechnical Commission); específicamente la Norma IEC 61672 – 1 - Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications, en la cual se presentan los patrones de direccionalidad y la respuesta direccional de los equipos en su captura, dicho documento estipula que los sonómetros que se ajusten a los requisitos de esta norma tienen una respuesta de frecuencia específica por la incidencia del sonido en un factor de incidencia normal (0 °) o incidencia aleatoria (30°, 90° y 150°) en campo acústico libre, lo cual quiere decir que dichos equipos presentan un patrón de direccionalidad en su recepción y captura tipo omnidireccional.

Para las mediciones de ruido realizadas de conformidad con la Norma IEC 61672, se supone que la dirección de propagación de la fuente es generalmente desconocida y por tanto el sonómetro debe tener una relación de captura por frecuencia igual en incidencias del sonido de 0° a 180°. El objetivo del sonómetro es tener los requisitos de respuesta de dirección mínimos en los ángulos de incidencia dentro de los rangos indicados, incluyendo dirección de referencia (i.e. fuente), en cualquier frecuencia y como resultado obtener una respuesta a los sonidos de todas las direcciones de procedencia del sonido (Numeral 5.3 de la norma IEC 61672-1 Estándar).

De acuerdo con lo establecido en el Numeral 5.3 de la norma IEC 61672-1; en el **Cuadro 9.3** se presentan los requisitos de la respuesta direccional para la configuración de un sonómetro según se establece en el manual de instrucciones para el modo normal de funcionamiento, aquellos componentes de un sonómetro que se pretenden ubicar en un campo acústico. Dichas especificaciones se aplican para ondas acústicas progresivas planas con cualquier ángulo de incidencia dentro de los rangos indicados, incluyendo la dirección de referencia. A cualquier frecuencia, el objetivo de diseño es una respuesta igual a los sonidos procedentes de todas las direcciones de incidencia.

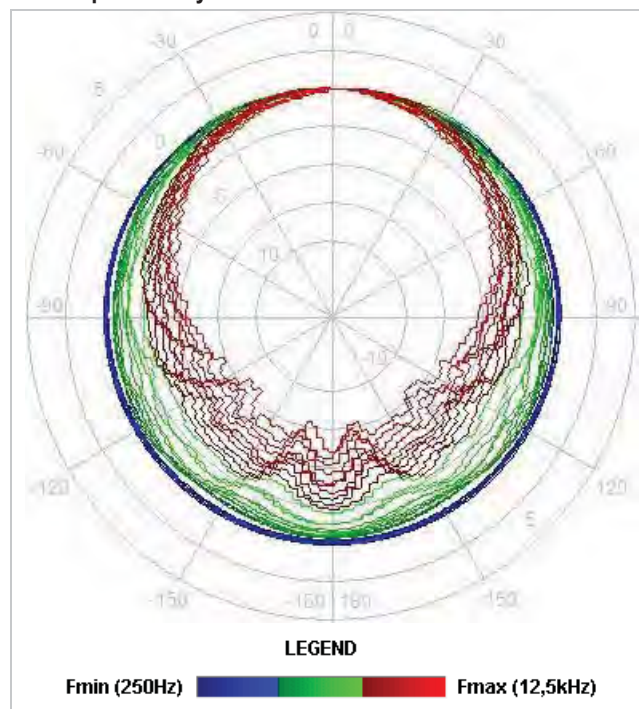
Cuadro 9.3 Límites para la respuesta direccional incluyendo la incertidumbre expandida de medida máxima.

FRECUENCIA KHz	Diferencia absoluta máxima en los niveles de sonido presentados para los dos ángulos de incidencia del sonido cualquiera dentro de $\pm \theta$ grados desde la dirección de incidencia.					
	$\theta = 30^{\circ}$ dB		$\theta = 90^{\circ}$ dB		$\theta = 150^{\circ}$ dB	
	CLASE					
	1	2	1	2	1	2
0,25 to 1	1,3	2,3	1,8	3,3	2,3	5,3
> 1 to 2	1,5	2,5	2,5	4,5	4,5	7,5
> 2 to 4	2	4,5	4,5	7,5	6,5	12,5
> 4 to 8	3,5	7	8	13	11	17
> 8 to 12,5	5,5	...	11,5	...	15,5	...

Fuente: International estándar IEC 61672-1, Parte 1 – Especificaciones. Pág. 16.

Adicionalmente en el documento entregado por el fabricante svan_977_appendix_c_31_12_2013 se presenta la dirección total del patrón de direccionalidad de los sonómetros Svantek 977 en el cual se aprecia en la **Figura 9.1**.

Figura 9.1 Patrón de polaridad y direccionalidad sonómetros utilizados en el monitoreo.



Fuente: Svantek - svan_977_appendix_c_31_12_2013.

Las características de direccionalidad de las frecuencias y el error para cada ángulo o eje de medición se presentan en el **Anexo 6**.

9.4 RUIDO AMBIENTAL

Se midió ruido ambiental en el área de influencia enmarcada en el casco urbano del municipio, en puntos localizados estratégicamente de acuerdo con la metodología descrita en el **numeral 9** del presente documento, la cual tuvo en cuenta la ubicación de los asentamientos humanos más cercanos, así como las principales fuentes de ruido, cubriendo de esta manera el área objeto de estudio y determinada contractualmente.

El monitoreo fue ejecutado en 20 puntos de medición, cada uno por un periodo de 24 horas para horario diurno y nocturno, el registro de nivel sonoro se realizó en 5 puntos simultáneamente durante cinco días cumpliendo así los requisitos contractuales pactados para la ejecución del proyecto. Las condiciones específicas de las mediciones de ruido ambiental se describen en el **Cuadro 9.4**.

Cuadro 9.4 Técnica de medición utilizada para ruido ambiental y emisión de ruido.

ASPECTO	CARACTERÍSTICAS		
Configuración del sonómetro	MEDIDOR 1: Filtro de ponderación de frecuencia A. Modo de respuesta exponencial lenta (Slow). Intervalo de frecuencia: 1/3 octava.	MEDIDOR 2: Filtro de ponderación de frecuencia A. Modo de respuesta exponencial (Impulst). Intervalo de frecuencia: 1/3 octava.	MEDIDOR 3: Filtro de ponderación de frecuencia C. Modo de respuesta exponencial (Slow). Intervalo de frecuencia: 1/3 octava.
	Configurado para registrar en memoria los niveles integrados en cada medición		
Ubicación del sonómetro	Mediciones de ruido ambiental: Ubicado sobre trípode a cuatro (4) metros de altura respecto al piso.		
Calibración	Se realizó calibración acústica a una frecuencia de 1 kHz y a un nivel de presión sonora de 114,0 dB antes y después de las mediciones. El calibrador cuenta con certificado de calibración vigente.		
Distribución temporal de las mediciones	Mediciones durante la jornada diurna y nocturna los días 23, 24, 25, 26 y 27 de septiembre de 2015.		
Intervalo unitario de tiempo de medida	Intervalos totales de 24 horas por punto de muestreo con un buffer de datos de 5 minutos.		
Posicionamiento	Se registraron las coordenadas con ayuda de un GPS (Datum Magna Sirgas, Origen este central).		
Condiciones generales	Uso de pantalla protectora de viento, Uso de estación meteorológica, donde se observó que la velocidad promedio del viento en el área oscila en un rango de 2,1 y 4,9 m/s.		
Lecturas registradas	Registro ruido ambiental: Hora de inicio, duración de la medición y memoria en que se almacenó. Niveles continuo equivalente Leq AT, mínimo Lmin, máximo Lmax, percentiles L ₁₀ , L ₅₀ , L ₉₀ entre otros para cada proceso de medición. Localización del punto de medición, mediante lectura de GPS.		

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Paralelamente al muestreo, el personal de campo levantó en los formatos definidos, la información relevante sobre las fuentes de los niveles sonoros altos registrados por el sonómetro, tales como: paso de motos, buses o camiones, pitos de carros, altavoces, pitos de fábricas, voceadores u otros, según el caso. Además, se registró la presencia cercana de establecimientos o fuentes fijas generadoras de ruido durante el día y/o la noche; los formatos de campo se presentan en el **Anexo 7**.

9.5 CÁLCULOS REALIZADOS

Algunos datos requeridos por la norma son calculados directamente por el sonómetro y otros fueron evaluados a partir de las lecturas. Los niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A, LAeq,T, se corrigieron por impulsividad y tonalidad, tomando como referencia un solo factor K, siendo este el de mayor valor en dB(A), acorde a lo estipulado en la resolución 627 de 2006 de MAVDT hoy MADS.

9.5.1 Determinación de los valores de ajuste k

La corrección del 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, como se muestra a continuación:

- 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).

Para la corrección del nivel K_I , se toman los componentes impulsivos en el lugar de medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos de la siguiente forma:

- 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).

Una vez corregidos los niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A, LAeq,T, son comparados con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental.

Cuadro 9.5 Cálculos realizados para ajustes por componentes K.

No.	VALOR CALCULADO	FÓRMULA	OBSERVACIONES
1	<u>Ajustes</u>	$L_{RA(X),T} = L_{A(X),T} + (K_I, K_T, K_R, K_S)$	K_I = Ajuste por impulsos (dB(A)) K_T = Ajuste por tono y contenido de información (dB(A)) El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T, solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A).

No.	VALOR CALCULADO	FÓRMULA	OBSERVACIONES
		<u>POR COMPONENTES TONALES*</u>	
		$L = L_T - L_S$	L_T = Nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono puro L_S = Media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f.
			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).
		<u>POR COMPONENTES IMPULSIVOS**</u>	
		$L_I = L_{AI} - L_{A, T_I}$	L_{AI} = Nivel de presión sonora ponderado A, determinado con la característica temporal Impulso (Impulse; en inglés). L_{A, T_I} = Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante T_I , LA.
			• 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).

Fuente: Resolución 627 de 2006. MAVDT.

* Se entiende por componentes tonales aquellos que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dB(A) que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos.

** Componentes impulsivos son aquellos en los que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto, por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.

Cuadro 9.6 Cálculos realizados para obtención ruido ambiental e incertidumbre de medida.

No.	VALOR CALCULADO	FÓRMULA	OBSERVACIONES
2	<u>Ruido ambiental</u>	$LeqATdia = 10 \log \left[\frac{1}{T_{dia}} \sum_i \left(T_i \cdot 10^{\frac{LeqATi}{10}} \right) \right]$ $LeqATnoche = 10 \log \left[\frac{1}{T_{noche}} \sum_i \left(T_i \cdot 10^{\frac{LeqATi}{10}} \right) \right]$	i Fases o periodos de evaluación T_i Duración de la fase de ruido, i , expresada en horas y/o minutos. T_{dia} Representa la fase o periodo en horario diurno (7:00 a 21:00) T_{noche} Representa la fase o periodo en horario nocturno (7:00 a 21:00) $Leq ATdia$ Nivel de evaluación estipulado para la fase T_{dia} $Leq ATnoche$ Nivel de evaluación estipulado para la fase T_{noche}
3	<u>Desviación estándar</u>	$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}$	

No.	VALOR CALCULADO	FÓRMULA	OBSERVACIONES
4	<u>Coeficiente de variación</u>	$C.V. = \frac{s}{\bar{L}_{eq}}$	
5	<u>Límite de confianza inferior</u>	$LCI = \bar{L}_{eq} - 1,2816 s$	-1,2816 es el valor de la distribución normal para el cual la probabilidad de ocurrencia es del 10%
6	<u>Límite de confianza superior</u>	$LCS = \bar{L}_{eq} + 1,2816 s$	1,2816 es el valor de la distribución normal para el cual la probabilidad de ocurrencia es del 90%

Fuente: Resolución 627 de 2007. MAVDT.

* Se entiende por componentes tonales aquellos que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dBA que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos.

** Componentes impulsivos son aquellos en los que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto, por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.

9.5.2 Incertidumbre de la medición

Este parámetro, está asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos a la magnitud a medir. El parámetro está relacionado con la desviación típica (o un múltiplo de éste) o la amplitud del intervalo de confianza. La incertidumbre de medición comprende, en general varios componentes, algunos de ellos pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden ser caracterizados mediante desviaciones típicas experimentales.

Los otros componentes, que pueden también ser caracterizados por desviaciones típicas, son evaluados a partir de distribuciones de probabilidad asumida, basadas en la experiencia u otra información. Se entiende que el resultado de la medición es el mejor estimado del valor de la magnitud a medir y de todos los componentes de la incertidumbre que contribuyen a la dispersión, incluyendo aquellos que surgen de los efectos sistemáticos tales como los componentes asociados con las correcciones y los patrones de referencia.

10 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

A continuación se presentan los resultados de los monitoreos de ruido ambiental realizados durante los días 23, 24, 25, 26 y 27 de septiembre de 2015, en el casco urbano del Municipio de Villamaría, Caldas. Esta valoración muestra los niveles de ruido corregidos $LRAeq,T$, a fin de obtener los indicadores de ruido acumulativo $LRAeq,T,día$ y $LRAeq,T,noche$, así como información secundaria relacionada con los niveles o descriptor acústico Nivel Máximo L_{max} , nivel mínimo L_{min} , valores estadísticos percentiles L_{90} . Finalmente una verificación estadística de los datos registrados por el equipo la cual está basada en la tendencia central y límites de confianza de la medición y obtener una incertidumbre de la misma.

10.1 MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

Los resultados hacen referencia a los veinte (20) puntos de medición identificados con mayor detalle en la **Figura 7.11** del presente documento, así como un análisis al seguimiento de los eventos acústicos de mayor relevancia durante el monitoreo propiamente dicho basados en la información registrada e ingresada por los operarios.

10.1.1 Determinación del aporte de las fuentes al ruido ambiental

Con el fin de cualificar el ambiente sonoro que se caracterizó en cada uno de los puntos de monitoreo por medio del seguimiento a los principales eventos ocurridos en el área de influencia de las fuentes y/o zonas analizadas, que por su naturaleza (e.g. *Aglomeraciones, Flujo vehicular, Comercio, Centros de Culto, Industria, Fauna local, Etc.*) pueda afectar la relación entre ambiente/uso de suelo. Adicional con este seguimiento se busca proyectar de manera textual lo percibido por los posibles receptores que se encuentran emplazados en las áreas objeto de estudio y que puedan tener conflictos y afectaciones relacionadas con los efectos adversos originados por las emisiones sonoras.

Se registraron entre otros factores los principales ejes viarios, estado de las vías, pendiente de la vía, las posibles aglomeraciones, invasión del espacio público, distancias a receptores, conflictos entre sectores comerciales y residenciales siendo estos los principales actores en la generación de ruido y afectación comunitaria.

En el **Cuadro 10.1** se relaciona para cada uno de los puntos de ruido ambiental evaluados en periodo diurno y nocturno las principales fuentes que intervinieron durante el monitoreo.

Cuadro 10.1 Seguimiento y Cualificación del monitoreo de ruido ambiental Villamaría, Caldas.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 1	Iglesia parque principal	Diurno	Constante	Flujo Vehicular Obra Civil Taberna Bar Aglomeración	Las principales fuentes que se identificaron durante el monitoreo están relacionadas con la obra civil que se lleva a cabo en el parque Bolívar con operación de Volquetas, Mixer, buldócer mini cargadores y las máquinas de fragmentación de material y piedras, el funcionamiento de la obra civil empieza a las 07:00 horas y continua hasta las 18:00 horas. Se perciben establecimientos comerciales con música a partir de las 18:00 horas. La Iglesia también representa una fuente importante de ruido debido a las aglomeraciones, sistemas de amplificación que suenan cada hora.
		Nocturno	Constante	Flujo Vehicular Obra Civil Taberna Bar Aglomeración	Durante el periodo nocturno el flujo vehicular representa una fuente importante de ruido teniendo en cuenta el cruce Calle 9 y Carrera 5, este disminuye aproximadamente a las 21:00 horas para las motos y 20:00 para los vehículos livianos. Las campanas de la iglesia suenan a las 00:00 horas y se identifica presencia de bares y tabernas, así como la academia de billares, lo cual genera ruido de las personas que asisten a dichos lugares a altas horas de la noche.
RA 2	El Estrelladero	Diurno	Variable	Flujo Vehicular	Las principales fuentes están relacionadas con el flujo vehicular, esto debido a que es una vía de ingreso al municipio lo que significa que el promedio de vehículos diarios es significativamente alto y dado que son de tipología livianos y pesados El ruido proviene tanto del motor y de la rodadura, esto contrae el uso frecuente de bocinas, pitos y música, es importante mencionar que el afluente de motocicletas es considerable puesto que los resultado muestra un promedio de 4.000 motocicletas diarias.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular	En periodo nocturno las fuentes de ruido pertenecen al flujo vehicular el cual defiende entre las 22:30 y 23:00 horas en adelante, se identificaron otras fuentes no representativas como animales domésticos y actividad antrópica, así como ruido de fauna local.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 3	Parque Bolívar	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Obra Civil Taberna Bar Aglomeraciones	El proyecto de obra civil de la zona impacta considerablemente los niveles de ruido iniciando a las 7:00 hasta las 18:00 horas, el tráfico de microbuses por ser un cruce importante también es una fuente representativa de ruido ambiente y constante, la pendiente de las vías hace que el ruido de motor se incremente. No se identificó sector comercial con generación importante de ruido sin embargo las áreas de ACUAMANA y la alcaldía tiene una gran cantidad de personas que ingresan generando ruido proveniente de Aglomeraciones.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Taberna Bar	El funcionamiento del bar es desde las 14:00 hasta las 02:00 de la mañana, el flujo vehicular disminuye considerablemente a partir de las 19:00 el paso de motos disminuye más tarde entre las 22:00 y 23:00 horas.
RA 4	Colegio Villa del Rosario	Diurno	Variable	Flujo vehicular Aglomeraciones Perifoneo Altavoces Sonido	Flujo vehicular constante, teniendo en cuenta la pendiente de la vía el ruido de motor aumenta, la actividad educativa genera ruido de aglomeraciones y música por eventos al interior de la entidad educativa
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular	El flujo vehicular disminuye a partir de las 19:00 Horas y no se identifica la presencia de más fuentes de ruido en la zona fuera de las actividades propias y ruido de animales domésticos.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 5	Carrera 6 Calle 11 Esquina	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Perifoneo	La principal fuente de ruido es del flujo vehicular, se evidencio paso de vehículos con Perifoneo y camiones de transporte de gas con campanas, adicional a las actividades propias de carácter residenciales y antrópicas.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular	Durante el periodo nocturno el flujo vehicular disminuye a partir de las 21:00 horas y dado que el estado de la vía es buena al no presentar gran cantidad de huecos ni reductores de velocidad no hay mayor influencia del ruido automotor.
RA 6	Carrera 18B Calle 6A	Diurno	Constante	Flujo Vehicular	Se identificó que la fuente más representativa hace referencia al flujo vehicular de buses y microbuses que ingresan al parqueadero de la empresa Sideral, así también como la operación de mantenimiento, uso de alarmas de reversa y uso de bocinas.
		Nocturno	Variable	Flujo vehicular	Durante el periodo nocturno las fuentes de ruido registradas están relacionadas con el flujo vehicular y el parqueadero de la empresa Sideral, la cual inicia su operación desde las 04:00 horas, adicional a esto solo se percibe ruido proveniente de la fauna local y animales domésticos.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 7	Cementerio	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Industria	El ruido proveniente de la operación de la fábrica de Color 7 es constante, la misma activa una alarma cada hora hasta las 18:00 horas, así como la entrada de personal que labora en la misma, caminando y en vehículos particulares, el flujo vehicular es significativo teniendo en cuenta el mal estado de la vía, existen aglomeraciones de las personas que entran al cementerio en procesiones lo cual genere niveles de ruido típicos de estas actividades.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Industria	La fábrica de Color 7 opera en periodo nocturno en horas de la madrugada aproximadamente entre las 05:00 horas entra una numerosa cuadrilla de trabajadores generado ruido por la aglomeración, así como motos de operarios, y vehículos.
RA 8	Límite Pradera - Villa Jardín	Diurno	Variable	Flujo vehicular Animales domésticos Altavoces sonido	Se identificó un constante paso de micro buses y motos así como de altavoces tipo equipo de sonido de uso doméstico.
		Nocturno	Variable	Flujo vehicular Altavoces sonido Aviones Actividad antrópica	El flujo vehicular en su mayoría de buses y microbuses es constante y genera el mayor aporte de ruido la zona, de igual manera las motos de alto cilindraje y sin silenciador en el escape son las fuentes que más aportan ruido.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 9	Carrera 17 No. 3 – 57	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Comercio Obra civil	El ruido proveniente del flujo vehicular de la zona y funcionamiento de establecimientos de ocio y diversión los cuales empiezan a operar entre las 18:00 horas con aglomeraciones y presencia de disturbios. También en esta zona se ubica un control de buses y microbuses de la empresa Serviturismo, esto genera ruido por bocinas de los vehículos, personal hablando hasta altas horas de la noche, ruido de motores y alarmas de reversa lo que impacta considerablemente a las viviendas que se ubican en algunos casos a 10 metros del puesto de control.
		Nocturno	Variable	Flujo vehicular Taberna Bar Comercio Aglomeraciones	El flujo vehicular disminuye a partir de las 21:00 horas, la operación de los establecimientos de ocio y diversión como fonda Paisa "entre Pues" generan niveles de ruido muy altos y operan con altoparlantes al exterior del lugar También se evidencio disturbios, la policía llega al lugar a la 01:00 por quejas de los vecinos y finalmente cierra el lugar, las personas que llegan a la zona se instalan por toda la calle generando más ruido hacia sectores residenciales paralelos al establecimiento.
RA 10	Polideportivo	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Perifoneo	El flujo vehicular y el perifoneo representa la principal fuente de ruido del área, durante el monitoreo se identificó camiones de transporte de gas y campanas de alarma de los mismos.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular	En el periodo nocturno no se presenta cambio aparente generado por fuentes externas, el flujo vehicular disminuye considerablemente a partir de las 21:00 horas, y se puede identificar ruido proveniente de altavoces caseros típicos de un área residencial.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 11	Calle 6 No. 8A – 33	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones	Las principales fuentes de ruido son el flujo vehicular y adicional al ser una vía que permite desplazamientos a altas velocidades. En el área hay negocios de comercio como panaderías y locales con venta y consumo de vistas alcohólicas con música y altavoces hacia el exterior de los mismos, se identificó el paso de marchas de campañas políticas. Se percibe ruido generado por las bandas de música del colegio Gerardo Arias ubicado a 38 m del sitio.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones	El flujo vehicular defiende aproximadamente a las 21:00 horas, los negocios de música y venta de bebidas alcohólicas (estanquillos) funcionan hasta las 01:30, se aprecia el paso de transeúntes generando ruido de aglomeraciones a altas horas de la noche.
RA 12	Hospital San Antonio	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Aglomeraciones Institucionales Industria	Se identificó niveles de ruido altos proveniente del flujo vehicular de la zona, teniendo en cuenta la pendiente de la vía generando mayor ruido de motor. En la zona existen áreas de mantenimiento de automotores y gran afluencia de personas, durante el monitoreo se realizaron marchas de campañas políticas, con música e instrumentos, adicional cerca al hospital quedan intuiciones como los bomberos.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Industria Aglomeraciones	En el periodo nocturno el flujo vehicular representa un gran porcentaje de las fuentes de ruido, sin embargo se identificó en horario de las 06:00 que el taller automotriz inicia sus labores generando ruido en el área de emplazamiento del hospital

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 13	Fábrica Varta	Diurno	Variable	Flujo vehicular Aglomeraciones	Se identificó constantes y fuertes presencia de paso de vehículos tipo buses y microbuses, la fábrica de Varta no presenta actividad de ningún tipo salvo el servicio de parqueadero, las aglomeraciones relacionadas con el colegio y actividades deportivas son fuentes y representan importantes dosis de ruido. El estado de la vía y los reductores de velocidad ubicados sobre carrera 9 generan ruido proveniente de rodadura y rose entre las superficies de contacto.
		Nocturno	Variable	Flujo vehicular	El flujo vehicular disminuye considerablemente y no se identificó otras fuentes diferentes a la actividad residencial propia de la zona.
RA 14	Carrera 8 Calle 9	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Aglomeraciones	Debido a que dicho punto se ubicó en un cruce importante de vehículos en el municipio se identificó que los altos niveles de ruido en esta zona se originan en el flujo vehicular, adicional durante el monitoreo se identificó paso de un gran número de personas realizando campañas políticas, esto contrae perifoneo, gritos y voces así como el uso indiscriminado de las bocinas de los vehículos, también se pudo evidenciar que el flujo de motocicletas es bastante alto y algunas presentan altoparlantes incluidas, así como escapes modificados que incrementan los niveles de ruido normales de un vehículo de estas características
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Aglomeraciones Taberna Bar	Adicional al ruido vehicular importante en este punto, también se identificó a partir de las 20:00 horas, el funcionamiento de una cancha de tejo que opera con música a altos niveles de ruido, uso de pólvora lo que genera ruido de impacto siendo este un factor de alta molestia debido a su nivel de energía sonora, el local no presenta muros ni protección contra el ruido, así como los usuarios también generan ruido de aglomeraciones.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 15	Colegio Jaime Duque	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Aglomeraciones	Fuente de ruido proveniente del flujo vehicular, durante el monitoreo se realizaron marchas para campañas políticas con música y tambores.
		Nocturno	Variable	Flujo vehicular Aglomeraciones Centros de Culto	El flujo vehicular es constante por ser una cruce importante o vía principal, paso de motos y de personas, durante el periodo nocturno entra en funcionamiento el salón de testigos de Jehová con música y aglomeraciones de personas que ingresan al lugar
RA 16	Calle 4 No. 16A - 03	Diurno	Constante	Flujo Vehicular Comercio Taberna Bar Aglomeraciones	La principal fuente de ruido identificada durante el monitoreo propiamente dicho corresponde a las Casetas de comida ubicadas sobre la Calle 4 y el comercio general como panaderías, ferreterías y tiendas de abarrotes que operan entre las 7:00 y las 22:00 horas aproximadamente, dichos establecimientos funcionan con sistemas de amplificación con altavoces ubicados hacia el exterior afectando los niveles de ruido de la zona en general, durante el seguimiento se realizaron campañas políticas con música y amplificación musical. El Comercio trae consigo aglomeraciones que generan ruido sobre toda la vía objeto de estudio el flujo vehicular es constante y se evidencio gran presencia de motos de alto cilindraje.
		Nocturno	Variable	Flujo Vehicular Comercio Taberna Bar Aglomeraciones	En periodo nocturno se evidencio que el ruido proviene de las casetas de comida y en específico una gran dosis de ruido es aportada por la caseta "Fonda Entre Pues" la cual funciona hasta altas horas de la noche, el día del monitoreo la policía llevo al área para solicitar el cerramiento del establecimiento por los altos niveles de música y por las personas que ingresan a dicho sitio las cuales se ubican sobre la toda la vía y no al interior de la misma generando disturbios, gritos y afectando la tranquilidad de la zona.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 17	CAI La Pradera	Diurno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones Centros de culto	El flujo vehicular genera cantidades importantes de ruido por el tránsito de microbuses y motos en la zona, el templo ubicado en el área hace sonar las campanas cada hora durante todo el día de igual manera las personas que llegan a la iglesia generan ruido típico de aglomeraciones que impacta los sectores residenciales vecinos.
		Nocturno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones Centros de culto	En periodo nocturno se evidencia que algunos locales comerciales inician sus actividades con música y alta voces, el flujo vehicular igualmente continua y deciente hasta las 23:00 horas, debido a los buses y microbuses, así como personal que llegan a la zona roza del municipio caminado y en vehículos con altoparlantes.
RA 18	La Pradera – Trefilados	Diurno	Variable	Flujo Vehicular Comercio Taberna Bar Aglomeraciones	Se identificó durante el monitoreo que las principales fuentes de ruido proviene de las discotecas y bares que operan con puertas abiertas y tiene niveles considerables de ruido hacia sectores residenciales, el flujo vehicular de la zona y las aglomeraciones de usuario que ubican altavoces en los vehículos son un foco de emisión sonora impórtate de la zona
		Nocturno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones	Ruido intenso de discotecas, grupos musicales en vivo bar Plyn Play, aglomeraciones, la operación de los bares es desde las 18:06 hasta las 01:30, el personal de la policía movilizó a las personas que se reúnen en tiendas donde se vende bebidas alcohólicas lo que genero bastante ruido en la zona.

PUNTO	UBICACIÓN	HORARIO	TIPO DE RUIDO	FUENTE DE RUIDO	OBSERVACIONES
RA 19	Conjunto Castellón de la Florida	Diurno	Constante	Flujo Vehicular Taberna y Bar Aglomeraciones	Alto flujo vehicular proveniente de la vía nacional panamericana, se identifica ruido de bar "La Mulenze" el cual opera desde las 20:00 hasta las 04:35, una de las principales fuentes de ruido proviene del funcionamiento de la pista de motocross y los Kars (entre las 11:00 y 12:00 horas aproximadamente) con un alto contenido de energía sonora durante su operación, afectando los predios aledaños a la zona objeto de estudio, adicional los eventos de motos atraen personas con vehículos que se instalan sobre la vía y generan ruido de música voces y gritos.
		Nocturno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones	Alto flujo vehicular de la vía Panamericana y de los usuarios de los Bares que funcionan hasta las 04:30 horas, lo cual genera también gritos y disturbios en la zona por las personas que salen del lugar.
RA 20	Conjunto La Florida	Diurno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones Fauna Local	El flujo vehicular proveniente de la vía nacional, Panamericana, genera cantidades importantes de ruido debido al paso de vehículos pesados y a altas velocidades, la operación de la pista de motocross es una fuentes que enmascara en su mayoría el ruido de la zona, de igual manera la pista de Kars que opera entre las 10:00 horas con perifoneo y altavoces, hasta las 18:00 horas aproximadamente.
		Nocturno	Constante	Flujo Vehicular Taberna Bar Aglomeraciones Fauna Local	El flujo vehicular en el periodo nocturno defiende a partir de las 23:00, sin embargo en la zona se percibe establecimientos y bares que generan niveles de ruido hasta las 04:30 horas, el flujo de personal que ingresa a dichos sitios y las aglomeraciones generan ruido que afecta a las viviendas cercanas, también el sonido de bocinas y pitos en la zona.

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

10.1.2 Resultados del monitoreo de ruido ambiental

A continuación se relacionan los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental en el Municipio de Villamaría, Caldas 2015 y su respectiva comparación según los usos de suelo presentes en la Tabla 2. Estándares Máximos Permisibles de Ruido Ambiental expresados en dB(A) del capítulo III – Ruido Ambiental, pág. 6 de la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

La definición del sector y subsector, objeto de comparación, se tuvo en cuenta basada en la información oficial de cartografía entregada por la oficina de planeación del municipio, Plano SP_USOS DE SUELO Y TRATAMIENTOS_URBANO; adicional se realizó la respectiva verificación en campo por medio del inventario de fuentes fijas, con el fin de identificar los subsectores que se encuentran inmersos dentro del área objeto de estudio.

En el **Cuadro 10.2** se presenta el nivel corregido de presión sonora equivalente ponderado A y su respectiva comparación con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental, correspondiente a los puntos de monitoreos pertenecientes al **Sector B** (tranquilidad y ruido moderado: zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedaje, universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación, parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre).

Cuadro 10.2 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector B (tranquilidad y ruido moderado)

PUNTO No.	UBICACIÓN	PERÍODO	ESTADÍSTICOS		PERCENTIL L90	LRAeq,T dB(A)	CUMPLE	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES		
			S	C.V.				SECTOR	DÍA	NOCHE
RA 2	El Estrelladero Vivienda Campestre	Total	7,03	1,98%	52,16	92,14	-	B	65	50
		Día	5,40	1,70%	54,30	98,14	NO			
		Noche	8,60	4,43%	42,93	71,89	NO			
RA 4	Colegio Villa del Rosario Sector altos de la virgen	Total	8,76	3,01%	47,65	68,00	-	B	65	50
		Día	7,14	2,61%	57,06	74,00	NO			
		Noche	12,35	9,56%	37,99	72,29	NO			
RA 5	Carrera 6 con Calle 11, Esquina	Total	8,22	2,26%	53,90	72,40	-	B	65	50
		Día	5,34	1,48%	56,64	78,40	NO			
		Noche	10,60	1,90%	52,07	70,81	NO			
RA 6	Frente parqueadero Sideral Carrera 18B No 6a - 01	Total	9,22	3,22%	44,15	69,27	-	B	65	50
		Día	5,62	1,82%	45,81	75,27	NO			
		Noche	12,43	6,29%	40,04	72,44	NO			
RA 7	Cementerio Calle 3 carrera 14 Esquina	Total	7,05	2,41%	44,88	60,20	-	B	65	50
		Día	5,92	2,08%	47,99	66,20	NO			
		Noche	7,93	5,54%	41,40	58,06	NO			
RA 8	Límite pradera Villa Jardín	Total	9,22	3,39%	42,80	66,31	-	B	65	50
		Día	5,85	2,00%	45,91	72,31	NO			
		Noche	8,94	5,59%	36,18	67,04	NO			

PUNTO No.	UBICACIÓN	PERÍODO	ESTADÍSTICOS		PERCENTIL L90	LRAeq,T dB(A)	CUMPLE	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES		
			S	C.V.				SECTOR	DÍA	NOCHE
RA 10	Polideportivo Urbanización Calima	Total	10,68	4,62%	41,50	61,92	-	B	65	50
		Día	10,27	5,22%	45,20	67,92	NO			
		Noche	12,10	10,10%	35,46	63,10	NO			
RA 14	Kiosco Coca Cola Carrera 8 calle 9	Total	8,39	2,74%	51,00	79,50	-	B	65	50
		Día	5,53	1,64%	53,70	75,84	NO			
		Noche	10,69	7,85%	42,33	69,98	NO			
RA 15	Colegio Jaime Duque Calle 6, carrera 3	Total	5,16	1,16%	54,97	77,53	-	B	65	50
		Día	3,51	0,88%	56,60	78,88	NO			
		Noche	6,76	2,81%	43,51	72,43	NO			
RA 17	CAI La Pradera Rotonda	Total	4,74	1,16%	52,40	76,84	-	B	65	50
		Día	3,41	0,96%	54,36	71,64	NO			
		Noche	6,03	2,70%	50,15	68,03	NO			
RA 19	Conjunto residencial Castellón de la Florida.	Total	3,71	0,83%	54,84	82,98	-	B	65	50
		Día	4,05	1,18%	55,63	88,83	NO			
		Noche	3,00	1,02%	53,40	65,69	NO			
RA 20	Conjunto residencial Florida del Campo. Casa No. 30	Total	7,81	2,56%	50,30	70,85	-	B	65	50
		Día	8,64	3,85%	53,18	74,69	NO			
		Noche	6,24	2,92%	48,59	57,01	NO			

S: Desviación estándar, C.V.: Coeficiente de variación, LRAeq, T dB(A): Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A.

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

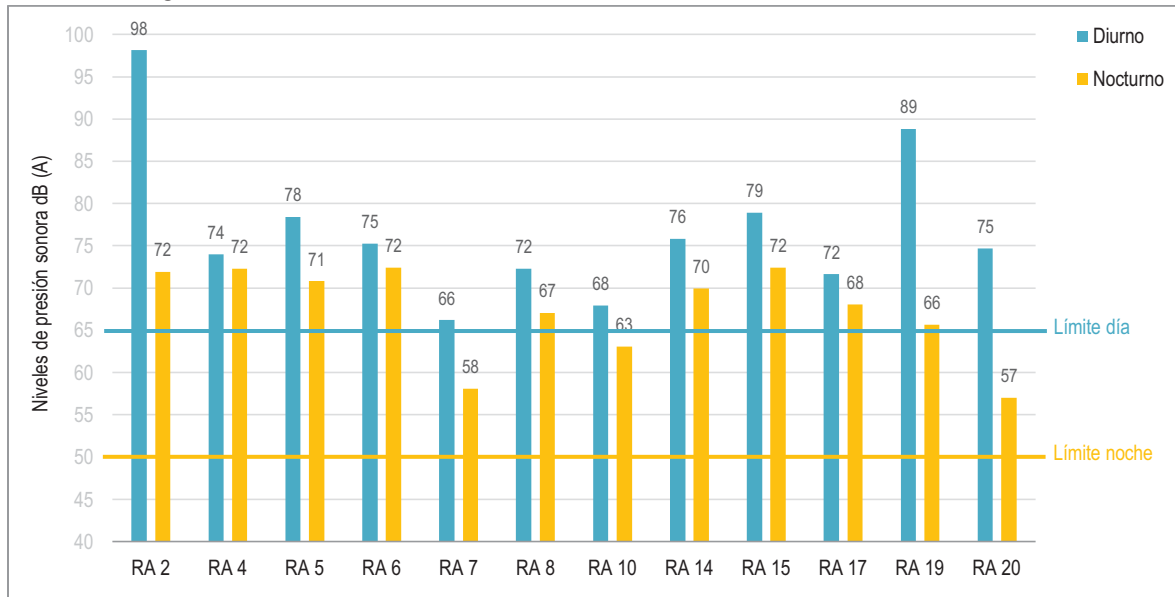
Para los niveles de presión sonora monitoreados y corregidos descritos en el **Cuadro 10.2**, se observa que los puntos RA 2, RA 4, RA 5, RA 6, RA 7, RA 8, RA 10, RA 14, RA 15, RA 17, RA 19, y RA 20, ubicados en el Municipio de Villamaría, Caldas y pertenecientes al **Sector B** (tranquilidad y ruido moderado), no cumplen la norma establecida en 65 dB(A) en horario diurno y 50 dB(A) en horario nocturno.

Los registros obtenidos en horario diurno varían entre 66,2 dB(A) y 98,1 dB(A), y en horario nocturno varían entre 57 dB(A) y 72,4 dB(A), para ambos horarios las fuentes generadoras de ruido son: flujo vehicular, fauna local, aglomeraciones, centros de culto, bares, actividad antrópica, aviones, perifoneo y animales domésticos.

Se puede evidenciar un caso muy recurrente como los conflictos en las delimitaciones de los usos de suelo del municipio, en el caso puntual del punto RA 7, donde la servidumbre del uso de suelo delimita el predio del cementerio y pertenece al **Sector B** identificado como zona institucional según el plano SP_USOS DE SUELO Y TRATAMIENTOS_URBANO, justo al costado nororiental de la entrada principal del cementerio a una distancia aproximada de 6,50 m cambia el uso del suelo a **Sector C** (zonas con usos permitidos industriales), por consiguiente se identifica un conflicto en el uso de suelos, generando afectaciones tanto para el cementerio como para las empresas situadas en la zona.

En la **Figura 10.1** se observa la gráfica de los niveles de ruido en horario diurno y nocturno de los puntos de monitoreo pertenecientes al **Sector B** (tranquilidad y ruido moderado), versus los estándares máximos permisibles según la Resolución 627 de 2006.

Figura 10.1 Niveles de ruido - Sector B versus límites máximos Resolución 627 de 2006.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

En el **Cuadro 10.3** se presenta el nivel corregido de presión sonora equivalente ponderado A y su respectiva comparación con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental, correspondiente a los puntos de monitoreos pertenecientes al **Sector C** (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).

Cuadro 10.3 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector C (Zonas con usos permitidos comerciales)

PUNTO No.	UBICACIÓN	PERÍODO	ESTADÍSTICOS		PERCENTIL L90	LRAeq,T dB(A)	CUMPLE	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES		
			S	C.V.				SECTOR	DÍA	NOCHE
RA 1	Iglesia, Parque Bolívar	Total	8,32	2,75%	54,20	70,89	-	C	70	55
		Día	6,40	2,24%	60,09	76,89	NO			
		Noche	10,22	6,72%	45,84	72,25	NO			
RA 3	Parque Bolívar, Carrera 4, Calle 9	Total	12,20	5,18%	53,57	78,58	-	C	70	55
		Día	9,70	4,16%	65,10	84,58	NO			
		Noche	14,55	12,51%	43,58	76,75	NO			
RA 9	Frente a Los Nereidas, Carrera 17 No 3 - 57	Total	8,08	2,72%	49,90	64,83	-	C	70	55
		Día	8,49	3,59%	54,10	70,83	NO			
		Noche	8,02	4,66%	42,28	65,44	NO			

PUNTO No.	UBICACIÓN	PERÍODO	ESTADÍSTICOS		PERCENTIL L90	LRAeq,T dB(A)	CUMPLE	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES		
			S	C.V.				SECTOR	DÍA	NOCHE
RA 11	Panadería PanCaliente. Calle 6 No 8a - 33	Total	5,30	1,21%	58,51	79,79	-	C	70	55
		Día	3,82	0,95%	59,50	81,09	NO			
		Noche	6,73	2,92%	53,18	73,43	NO			
RA 12	Hospital San Antonio Villamaría, Parqueadero	Total	5,60	1,32%	55,56	79,75	-	C	70	55
		Día	3,55	0,85%	56,65	79,07	NO			
		Noche	8,03	4,23%	43,86	70,47	NO			
RA 16	Casetas la pradera Calle 4 No 16a - 03	Total	4,88	1,16%	57,00	76,12	-	C	70	55
		Día	3,05	0,82%	58,30	73,98	NO			
		Noche	6,48	2,79%	54,11	71,81	NO			
RA 18	Zona Rosa La Pradera Trefilados	Total	6,42	1,71%	55,10	71,68	-	C	70	55
		Día	2,99	0,74%	56,50	74,64	NO			
		Noche	9,16	5,32%	50,73	78,25	NO			

S: Desviación estándar, C.V.: Coeficiente de variación, LRAeq, T dB(A): Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A.

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

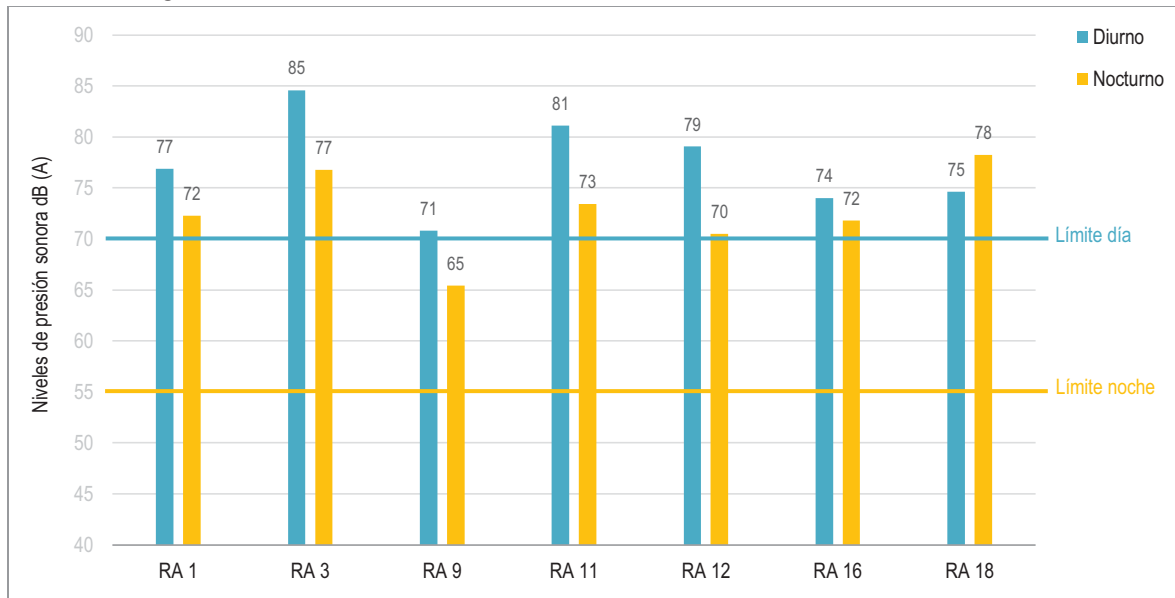
Para los niveles de presión sonora monitoreados y corregidos descritos en el **Cuadro 10.3**, se observa que los puntos RA 1, RA 3, RA 9, RA11, RA 12, RA 16 y RA 18, ubicados en el Municipio de Villamaría, Caldas y pertenecientes al **Sector C** (Zonas con usos permitidos comerciales), no cumplen la norma establecida en 70 dB(A) en horario diurno y 55 dB(A) en horario nocturno.

Los registros obtenidos en horario diurno varían entre 70,8 dB(A) y 84,5 dB(A), y en horario nocturno varían entre 65,4 dB(A) y 78,2 dB(A), para ambos horarios las fuentes generadoras de ruido son: Flujo vehicular, obra civil, bares, aglomeraciones, comercio, perifoneo, instituciones e industria.

Se puede evidenciar nuevamente el caso recurrente como los conflictos en las delimitaciones de los usos de suelo del municipio, en el caso puntual del punto RA 12, se observa que un área significativa del costado suroriental correspondiente al Hospital San Antonio pertenece al **Sector C** (Zonas con usos permitidos comerciales) y el área restante en el costado suroccidental pertenece al **Sector B** (Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación), por lo tanto se identifica un conflicto en el uso del suelo generando afectaciones para el Hospital, ya que este debe situarse en áreas acústicamente protegidas que restrinjan los niveles de ruido permisibles en la zona. Del mismo modo se evidenció que la estación de Bomberos del municipio se encuentra localizada justo al costado este del Hospital en la calle 6 con carrera 6.

En la **Figura 10.2** se observa la gráfica de los niveles de ruido en horario diurno y nocturno de los puntos de monitoreo pertenecientes al **Sector C** (Zonas con usos permitidos comerciales), versus los estándares máximos permisibles según la Resolución 627 de 2006.

Figura 10.2 Niveles de ruido - Sector C versus límites máximos Resolución 627 de 2006.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

En el **Cuadro 10.4** se presenta el nivel corregido de presión sonora equivalente ponderado A y su respectiva comparación con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental, correspondiente a los puntos de monitoreos pertenecientes al **Sector C** (Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas).

Cuadro 10.4 Niveles consolidados de ruido ambiental corregidos - Sector C (Zonas con usos permitidos industriales)

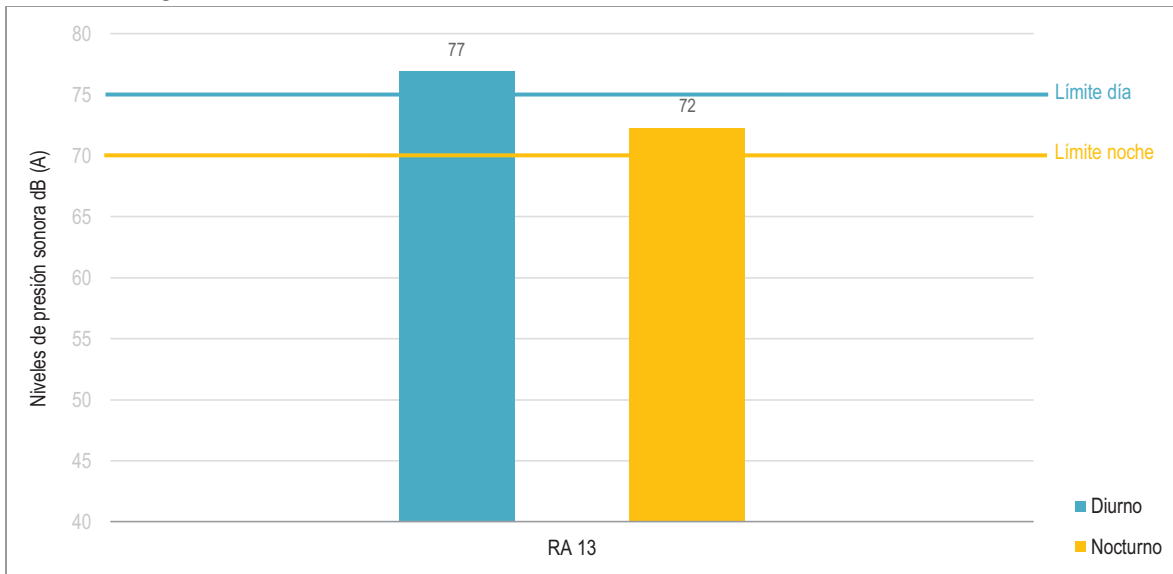
PUNTO No.	UBICACIÓN	PERÍODO	ESTADÍSTICOS		PERCENTIL L90	LRAeq,T dB(A)	CUMPLE	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES		
			S	C.V.				SECTOR	DÍA	NOCHE
RA 13	Fabrica Varta Entrada parqueadero	Total	7,87	2,57%	47,00	78,59	-	C	75	70
		Día	5,38	1,79%	49,30	70,98	SI			
		Noche	10,17	6,59%	41,52	66,97	SI			

S: Desviación estándar, C.V.: Coeficiente de variación, LRAeq, T dB(A): Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A.

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Para los niveles de presión sonora monitoreados y corregidos descritos en el **Cuadro 10.4**, se observa que el punto RA 13, ubicado en la entrada del parqueadero privado de la Fábrica Varta en el Municipio de Villamaría, Caldas, el cual pertenece al **Sector C** (Zonas con usos permitidos industriales), cumple la norma establecida en 75 dB(A) en horario diurno y 70 dB(A) en horario nocturno. Los registros obtenidos en horario diurno es de 70,9 dB(A), y en horario nocturno de 66,9 dB(A), para ambos horarios las fuentes generadoras de ruido son: Flujo vehicular y aglomeraciones. En la **Figura 10.3** se observa la gráfica de los niveles de ruido en horario diurno y nocturno de los puntos de monitoreo pertenecientes al **Sector C** (Zonas con usos permitidos industriales), versus los estándares máximos permisibles según la Resolución 627 de 2006.

Figura 10.3 Niveles de ruido - Sector C versus límites máximos Resolución 627 de 2006.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

10.2 CONTEO VEHICULAR

Las condiciones actuales de operación sobre las vías existentes se encuentran estrechamente relacionadas con las emisiones de ruido proveniente de los automotores de la zona, más aun cuando los tramos de las vías hacen parte de un corredor principal que comunica la ciudad de Manizales con el municipio, esto conlleva el incremento de flujos vehiculares de carga o pesados y en consecuencia generación de ruido según el estado de las vías y requerimientos mínimos de pavimentos.

Como parte contractual del proyecto y adicional como requisito indispensable para determinar la Intensidad Media Diaria (i.e. IMD) en los modelos de cálculo de emisiones sonoras de flujo vehicular, se realizó la validación en campo del comportamiento de los volúmenes de tránsito en los tramos o puntos donde se realizan los monitoreos de ruido en el perímetro urbano del Municipio de Villamaría, mediante la realización de aforos vehicular y la caracterización de las vías aforadas en las condiciones actuales.

10.2.1 Metodología

La toma de información se realizó registrando en las intersecciones seleccionadas, conforme las metodologías señaladas en el presente documento, identificando las siguientes categorías vehiculares, concordantes con las tipologías INVIAS:

- Livianos
- Buses
- Camiones, discriminando por el número de ejes: C2p (pequeño de 2 ejes), C2g (grande de 2 ejes), C3 (grande de 3 ejes), C4 (grande de 4 ejes), C5 y más de C5.

En el **Cuadro 10.5** se presenta la relación global de vehículos aforados en los periodos diurno y nocturno en los puntos de monitoreo. Cabe aclarar que debido a la falta de visibilidad la vía nacional Panamericana (punto RA20) no pudo ser aforada; sin embargo como referencia de esta vía se realizó el aforo en el punto RA19 que se ubica a una distancia aproximada de 50 m.

Cuadro 10.5 Relacion de vehiculos aforados Villamaría, Caldas 2015.

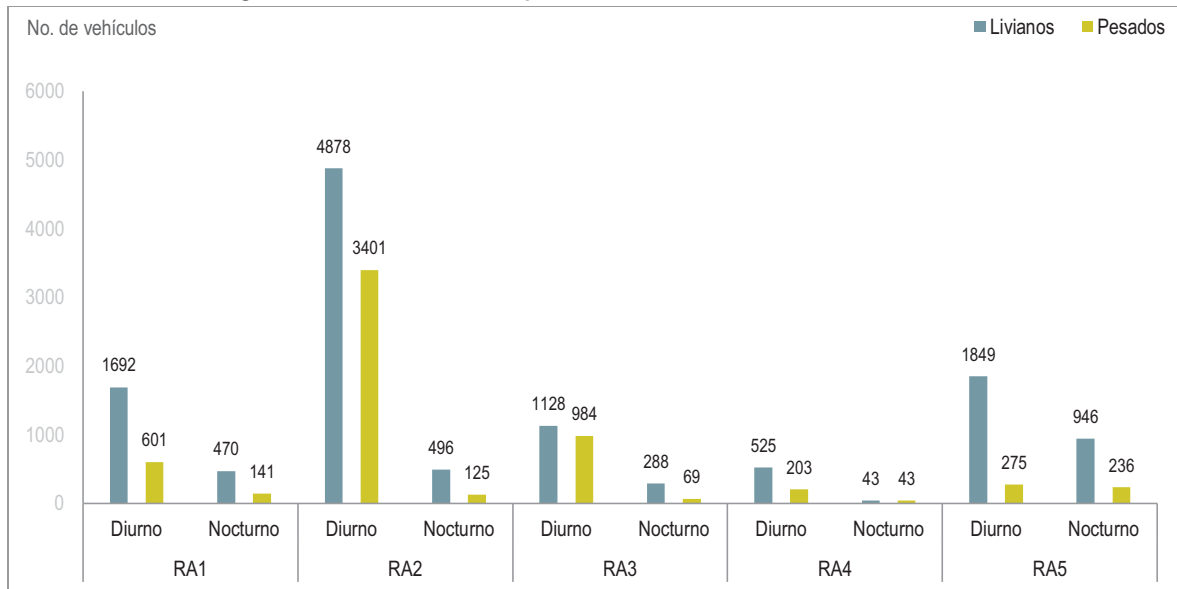
PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS			PESADOS					
			Motos	Automóviles	Camionetas	Microbuses	Buses	C2P	C2G	C3	C4
RA1	Iglesia parque principal	Total	2.449	1.838	324	449	175	90	28	0	0
		Diurno	2.175	1.413	279	350	145	80	26	0	0
		Nocturno	274	425	45	99	30	10	2	0	0
RA2	El Estrelladero	Total	4.723	3.713	1.661	1.487	1.056	521	462	0	0
		Diurno	4.480	3.288	1.590	1.433	1.008	501	459	0	0
		Nocturno	243	425	71	54	48	20	3	0	0
RA3	Parque Bolívar	Total	1.403	1204	212	848	63	50	87	2	3
		Diurno	1.159	936	192	800	54	49	76	2	3
		Nocturno	244	268	20	48	9	1	11	0	0
RA4	Colegio Villa del Rosario	Total	950	381	187	183	13	37	12	1	0
		Diurno	868	350	175	145	12	35	11	0	0
		Nocturno	82	31	12	38	1	2	1	1	0
RA5	Carrera 6 Calle 11 Esquina	Total	3.637	2.153	642	234	130	78	49	20	0
		Diurno	2.519	1.385	464	76	115	69	11	4	0
		Nocturno	1.118	768	178	158	15	9	38	16	0
RA6	Carrera 18B Calle 6A	Total	443	196	21	237	528	17	15	0	0
		Diurno	338	133	20	196	399	17	9	0	0
		Nocturno	105	63	1	41	129	0	6	0	0
RA7	Cementerio	Total	883	367	118	48	14	20	7	0	0
		Diurno	836	343	108	46	14	20	7	0	0
		Nocturno	47	24	10	2	0	0	0	0	0
RA8	Límite Pradera - Villa Jardín	Total	560	386	76	620	516	23	10	0	0
		Diurno	466	271	64	504	422	22	10	0	0
		Nocturno	94	115	12	116	94	1	0	0	0
RA9	Carrera 17 No. 3 – 57	Total	489	315	97	201	336	27	13	0	0
		Diurno	419	256	89	180	280	24	11	0	0
		Nocturno	70	59	8	21	56	3	2	0	0
RA10	Poli-deportivo	Total	675	259	68	34	2	61	37	0	0
		Diurno	595	226	64	31	2	58	36	0	0
		Nocturno	80	33	4	3	0	3	1	0	0
RA11	Calle 6 No. 8A – 33	Total	5.542	5.241	566	870	511	199	0	0	0
		Diurno	4.267	3.238	503	649	352	175	0	0	0
		Nocturno	1.275	2.003	63	221	159	24	0	0	0

PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS			PESADOS					
			Motos	Automóviles	Camionetas	Microbuses	Buses	C2P	C2G	C3	C4
RA12	Hospital San Antonio	Total	5.229	3.831	969	885	541	195	127	6	0
		Diurno	3.895	2.404	793	628	399	158	97	3	0
		Nocturno	1.334	1.427	176	257	142	37	30	3	0
RA13	Fábrica Varta	Total	2.099	1.161	123	28	345	21	11	0	0
		Diurno	1.801	917	119	27	309	20	11	0	0
		Nocturno	298	244	4	1	36	1	0	0	0
RA14	Carrera 8 Calle 9	Total	2.628	1.773	524	394	97	64	5	0	0
		Diurno	2.128	1.298	495	348	89	59	4	0	0
		Nocturno	500	475	29	46	8	5	1	0	0
RA15	Colegio Jaime Duque	Total	3.656	3.179	641	725	503	268	211	8	0
		Diurno	3.095	2241	564	593	416	246	198	8	0
		Nocturno	561	938	77	132	87	22	13	0	0
RA16	Calle 4 No. 16A - 03	Total	1.972	2.983	268	758	457	33	0	0	0
		Diurno	1.419	1.879	223	592	364	31	0	0	0
		Nocturno	553	1.104	45	166	93	2	0	0	0
RA17	CAI La Pradera	Total	2.665	3.224	438	809	373	20	5	0	0
		Diurno	2.317	2.215	375	691	323	17	5	0	0
		Nocturno	348	1.009	63	118	50	3	0	0	0
RA18	La Pradera – Trefilados	Total	3.636	3.993	208	912	253	21	13	0	0
		Diurno	3.039	2.731	179	769	179	20	11	0	0
		Nocturno	597	1.262	29	143	74	1	2	0	0
RA19	Conjunto Castellón de la Florida	Total	3.268	5.074	1.620	451	259	345	295	145	158
		Diurno	2.555	3.235	1.351	386	211	269	217	110	115
		Nocturno	713	1.839	269	65	48	76	78	35	43
CATEGORÍA			MOTOS	LIVIANOS		PESADOS					
Total Categoría			46.904	41.268	8.761	10.170	6.169	2.088	1.387	182	161
Total Tipo			46.904	50.029		20.157					

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

En la **Figura 10.4** se presentan los resultados de los aforos para los puntos RA1 hasta el RA5, para las categorías livianos/pesados, discriminando la categoría de motocicletas.

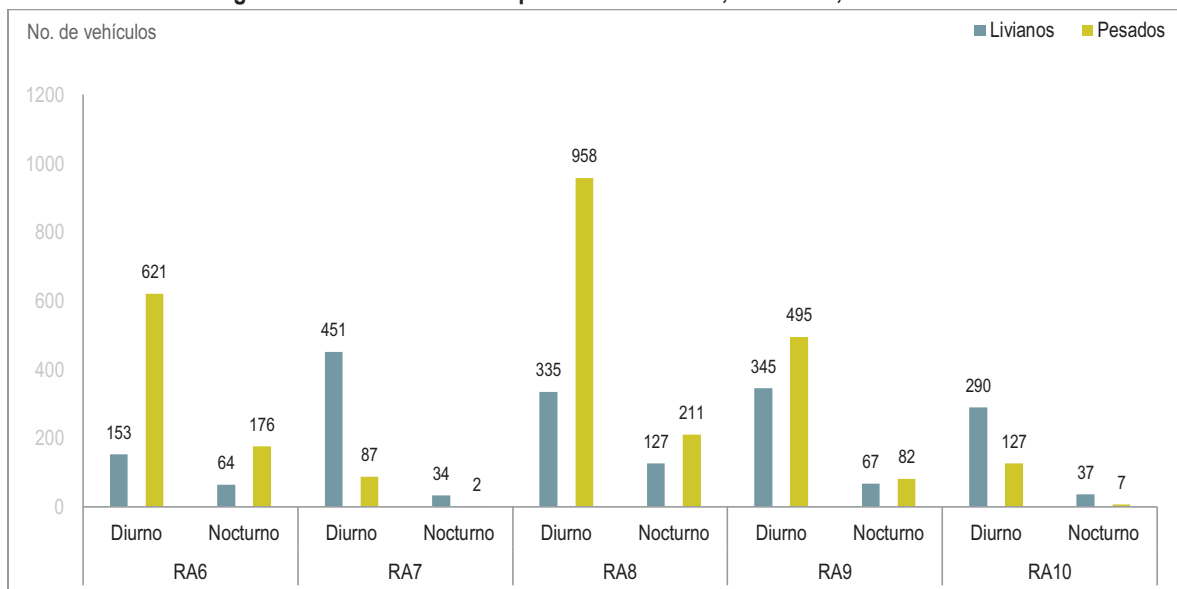
Figura 10.4 Conteo vehicular puntos RA1 a RA5, Villamaría, Caldas 2015.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

En la **Figura 10.4** se puede evidenciar los puntos con mayor número de vehículos aforados. Para el punto RA2 ubicado en el estrelladero se aprecia la mayor contribución en livianos y pesados, lo cual es lógico teniendo en cuenta que este corredor vial contempla la principal vía de acceso al municipio, por tanto para esta área se debe esperar mayores niveles de ruido asociados a flujo vehicular.

Figura 10.5 Conteo vehicular puntos RA6 a RA10, Villamaría, Caldas 2015.

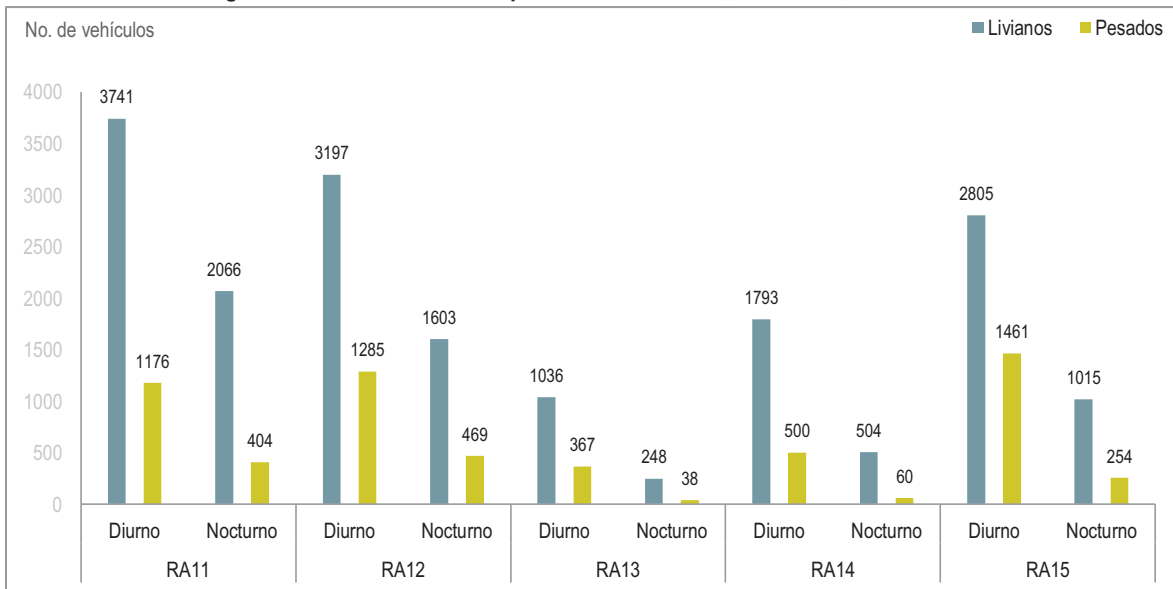


Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

En la **Figura 10.5** se presentan los resultados obtenidos para los puntos de conteo vehicular RA6 hasta el RA10, para las categorías de vehículos livianos y pesados en horario diurno y nocturno; es posible identificar un patrón atípico para los puntos RA6, RA8 y RA9 dado que, se observa claramente mayor aporte de vehículos pesados respecto a los livianos, esto se debe principalmente a que los puntos de conteo quedan en cercanía a las vías de acceso al parqueadero de buses y microbuses de la empresa Sideral y por tanto el mayor aporte de ruido es generado por motor y no por rodadura.

En la **Figura 10.6** se presenta los resultados obtenidos para los puntos de conteo vehicular RA11 hasta el RA15, para las categorías de vehículos Livianos y pesados en horario diurno y nocturno.

Figura 10.6 Conteo vehicular puntos RA11 a RA15, Villamaría, Caldas 2015.

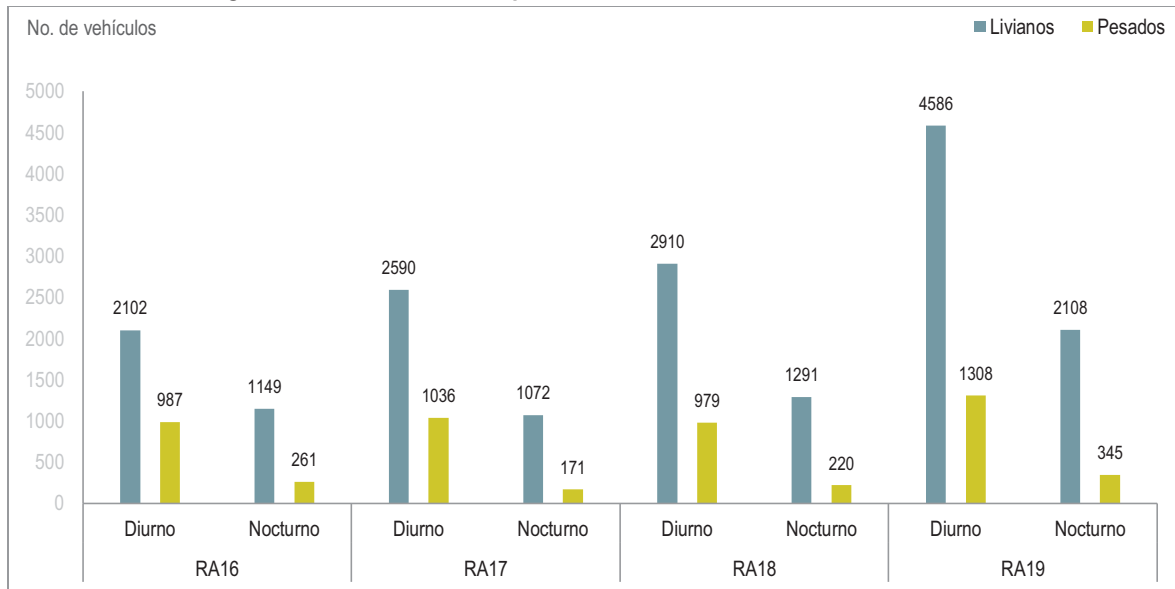


Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

De acuerdo con la **Figura 10.6** los puntos con mayor contribución; la caracterización de las vías principales como lo son la calle 6 con carrera 8A, la cual se identifica como una vía principal que va hacia el costado de La Pradera, también se aprecia en menor medida el punto ubicado en el hospital el cual adicional al número de vehículos/día también presenta contribución de ruido debido al ángulo de inclinación de la vía y los cruces de importancia en la zona.

En la **Figura 10.7** se presentan los resultados obtenidos para los puntos de conteo vehicular RA16 hasta el RA19, para las categorías de vehículos livianos y pesados en horario diurno y nocturno.

Figura 10.7 Conteo vehicular puntos RA16 a RA19, Villamaría, Caldas 2015.



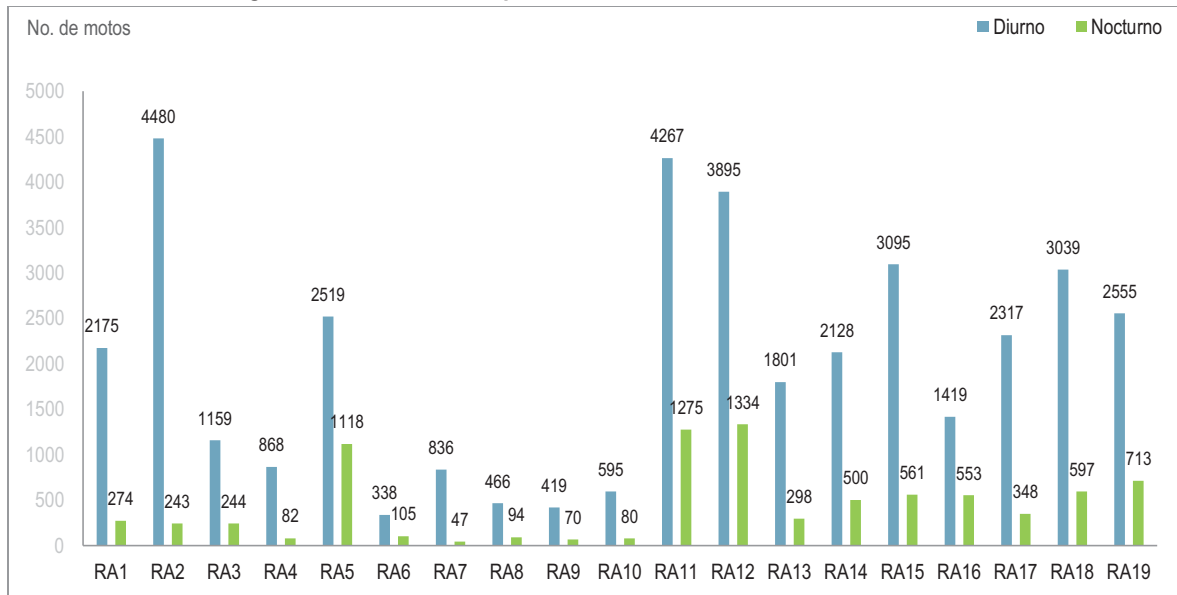
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

De acuerdo con la **Figura 10.7** el punto RA19 presenta el mayor número de vehículos; al ser una vía nacional representa niveles considerables de vehículos/día y por tanto una potencial fuente de emisión de ruido al ambiente, adicional a las zonas de parqueo y locales comerciales que presentan aglomeraciones y por ende, representan una fuente de generación de ruido.

La contribución de ruido por motocicletas es una de las principales fuentes emisoras que se debe evaluar al ser considerada una problemática en cuanto a su manejo y control; adicionalmente, la creciente tendencia en el uso de este medio de transporte, la modificación de sus partes como escapes y la no implementación de silenciadores, generan una de las principales causas de perturbación del confort acústico de las áreas de silencio y/o zonas más restrictivas.

En la **Figura 10.8** se presenta los resultados obtenidos para los puntos de conteo vehicular para el punto RA1 hasta el RA19, para las categorías de vehículos tipo moto en horario diurno y nocturno.

Figura 10.8 Conteo motos puntos RA1 a RA19, Villamaría, Caldas 2015.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

11 GENERACION DE MAPAS DE RUIDO DEL MUNICIPIO

11.1 INTRODUCCIÓN A MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO

El campo de la acústica ambiental enfoca sus estudios en el desarrollo de métodos que permiten la evaluación de diferentes fuentes de ruido que por su funcionalidad afecten la calidad de vida y la salud comunitaria, debido al incremento exponencial del flujo vehicular, industria y comercio en las principales ciudades y la mala administración del uso de suelo en las mismas, producto de la falta de planificación territorial de las áreas pobladas, las cuales según sus características de asentamiento presentan saturación acústica, se hace necesario el uso de herramientas como mapas estratégicos de ruido con la finalidad de obtener los niveles de presión sonora a los cuales podría estar expuesta una población en específico e implementar medidas de control sobre la fuente o receptor a fin de mitigar los efectos adversos de este contaminante.

Frecuentemente dichos mapas están ligados directamente con modelos de cálculo por computador a fin de identificar o predecir por medio de simulaciones, los niveles de ruido existentes en posibles áreas sensibles en diferentes sectores comerciales (e.g. vías, aeropuertos, tren, industria) sin la necesidad de realizar mediciones de campo.

En concreto el tráfico rodado, industrias, comercio y las aglomeraciones ubicadas en cercanías a centros poblados, es sin duda una de las principales fuentes de ruido en la actualidad y por tanto objeto de evaluación ambiental a fin de poder controlar todas las variables durante la etapa de ejecución, puesta en marcha y fase operativa de las actividades productivas para cada sector evaluado y de esta manera generar una operación ambientalmente sostenible en materia de emisiones de ruido.

El presente documento muestra los resultados y la metodología empleada para la modelación acústica del mapa estratégico de ruido del Municipio de Villamaría, Caldas, implementando para ello la plataforma de modelación acústica SoundPLAN en su versión 7.3 y los modelos de cálculo ISO 9613 – 2 - *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2 General method of calculation* y el método de evaluación de tráfico vehicular *NMPB Guide Bruit Routes* 2008, el cual se basa en la intensidad media diaria (i.e. IDM) de porcentaje de vehículos por hora, teniendo en cuenta los datos de interacción de aforos de la situación actual tomados de la estaciones de monitoreo de ruido ubicadas en los puntos relacionados en la **Figura 7.11** del presente documento para un día promedio del mes de septiembre de 2015, a fin de disponer de curvas de nivel de ruido y de esta manera identificar la afectación hacia los sectores más restrictivos y el número estimado de personas afectadas por ruido en el casco urbano del municipio, dichos resultados podrían permitir a las autoridades la toma informada de decisiones y/o realización de estudios específicos en materia de ruido.

11.2 ALCANCES Y LIMITACIONES

11.2.1 Alcances

Los resultados presentados a continuación parten del análisis de las condiciones acústicas del Municipio de Villamaría, Caldas, en relación a las emisiones sonoras provenientes de las principales fuentes de emisión de ruido y el flujo vehicular, discriminadas según su naturaleza (i.e. velocidad, tipo de vehículo, ancho de la vía, pendiente longitudinal) horario de operación y tipo de fuente asociada.

11.2.2 Limitaciones

El presente estudio se limita a informar acerca de la metodología y resultados obtenidos del proceso de modelación acústica de las diferentes fuentes de emisión sonora que intervienen en estudio de ruido realizado en el Municipio de Villamaría, Caldas, por lo que queda por fuera del alcance del mismo emitir soluciones específicas o modelos de situaciones con sistemas de control y mitigación de ruido tales como barreras acústicas, diseños de tránsito, velocidad de diseño de las vías, reubicación de fuentes, etc.

Aun cuando el motor de ruido utilizado para la modelación acústica del proyecto (i.e. *SoundPLAN*) y los métodos de cálculo aplicados para determinar la dispersión e intensidad media diaria (i.e. *NMPB Routes 2008* y *ISO 9613 – 2 - Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors*) es considerado mundialmente como uno de los métodos más completos y modernos para la determinación de zonas de ruido, tiene limitaciones respecto al tipo de fuentes que puede considerar. Parafraseando, el modelo no considera los aportes de fuentes de ruido que aun cuando hacen parte del entorno, no corresponden directamente al ruido producido por el flujo vehicular o área objeto de estudio (e.g. *actividad antrópica, ruido de animales domésticos, voces transeúntes, altoparlantes, fuegos artificiales, cultos religiosos, marchas y/o procesiones, alarmas industriales, eventos esporádicos, etc.*).

El resultado de los mapas de ruido hace referencia a tendencias de niveles estadísticos promedio $L_{\text{día}}$ y L_{noche} y no a valores puntuales o casos estrictamente particulares, la finalidad de los mapas estratégicos de ruido se centra en la cualidad de caracterizar las zonas con mayor impacto y a partir de ahí verificar las posibles actuaciones en materia de administración de uso de suelo primordialmente.

Si bien los modelos presentan la intensidad media diaria (i.e. IMD) de los vehículos discriminando su tipología (e.g. livianos y pesados), dichos modelos no tienen en cuenta el valor promedio de vehículos tipo motocicleta, dado que las características culturales de los países que desarrollan los métodos de cálculo son diferentes a las contempladas en la actualidad de Colombia y algunos países de Latinoamérica, donde se puede apreciar que un porcentaje considerable de la población emplea este tipo de vehículo como transporte preferencial, dichos resultados se pueden observar en los conteos vehiculares donde la proporción entre vehículos y motocicleta refleja en contexto descrito anteriormente.

Es preciso mencionar que algunas fuentes, en particular la operación de las pistas de Motocross y Kartismo no se incluyen en el análisis del presente modelo dado que al ser fuentes complejas se deben evaluar como tal y no basados en tendencias debido a que el manejo de sus emisiones queda por fuera del alcance del presente proyecto. De igual forma una gran limitante es que la modelación acústica no tiene en cuenta la posible contribución de factores ajenos a los métodos de cálculo actuales, (*i.e. estado de las vías, adaptación de exostos, dispositivos altoparlantes en automotores, fuegos artificiales, etc.*).

11.3 SOFTWARE DE MODELACIÓN SOUNDPLAN 7.3

SoundPLAN fue uno de los primeros programas de modelado de ruido en el mercado, que debutó en 1986.. El núcleo del Software es la predicción de ruido en el medio ambiente. El ruido emitido por varias fuentes se propaga y se dispersa sobre un terreno dado, de conformidad con las leyes de la física. A nivel mundial, muchos gobiernos y asociaciones de ingenieros sintieron la necesidad de desarrollar algoritmos que contengan las principales normativas y estándares de acústica propios de la región con el fin de que diferentes ingenieros evalúan el mismo escenario obteniendo respuestas razonablemente cercanas a una situación en particular.

Figura 11.1 Proyecto modelo de ruido Villamaría, Caldas – 2015.



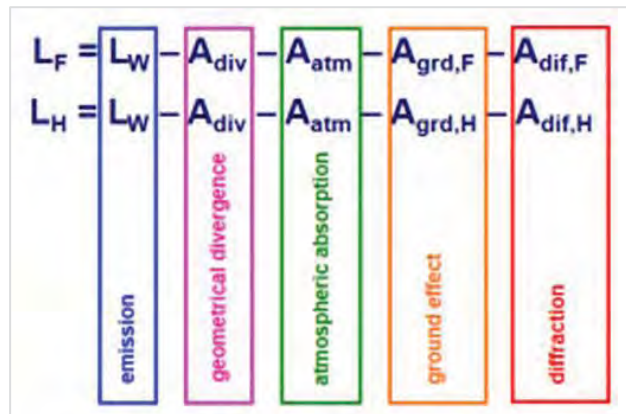
Fuente: SoundPLAN 7.3.

11.4 METODOLOGÍA DE CÁLCULO EN COMPUTADOR

11.4.1 Propagación del sonido en exteriores

La propagación de ruido hacia puntos receptores en condiciones de propagación homogénea y favorable acorde al estándar ISO 9613- 2 “Atenuación del sonido en espacio abierto”, se calcula de manera separada y tiene en cuenta la suma de las condiciones de atenuación existentes en la trayectoria fuente/receptor.

Figura 11.2 Condiciones que intervienen en la atenuación del sonido en el espacio libre ISO 9613-2.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Los cálculos generales para determinar la atenuación total responden a las siguientes ecuaciones.

Cuadro 11.1 Cálculos de Propagación Método de cálculo acorde a ISO 9613-2.

Ítem	Nombre	Formula
1	Divergencia geométrica (Adiv)	$A_{div} = 20 * \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + 11$
2	Absorción atmosférica (Aatm)	$A_{atm} = \frac{ad}{1000}$
3	Efecto del suelo (Agr)	$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$ Cuando el sonido no es un tono puro. En estos casos la atenuación podría ser calculada mediante la ecuación: $A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2hm}{100}\right) \left[10 + \left(\frac{300}{d}\right)\right] > 0$
4	Apantallamiento (Abar)	$A_{bar} = D_z - A_{gr} > 0$ $A_{atm} = D_z > 0$
5	Reflexiones	El valor del coeficiente de reflexiones irán en función del objeto que produzca el apantallamiento, el cual puede variar entre diferentes absorciones según la constitución mecánica de dicho material

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015 con referencia a Norma ISO 9613- 2 Atenuación del sonido en espacio abierto

A continuación se enlista las condiciones de atenuación previstas para el modelo de ruido propuesto.

Cuadro 11.2 Configuración de las condiciones del cálculo, Método de cálculo acorde a ISO 9613-2.

P1 – Divergencia geométrica	ISO 9613- 2 Atenuación del sonido en espacio abierto
P2 – Absorción atmosférica	ISO 9613-1 a 15 °C y 70% humedad
P3 – Perfil del terreno	Plano medio del perfil del terreno
P4 – Efecto del suelo	Función de coeficiente G adimensional
P5 – Reflexiones	Consideradas en efecto del suelo
P6 – Difracciones	Dependiente de la longitud de onda y la diferencia de trayectorias
P7 – Condición meteorológica	2: homogénea

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015 con referencia a Norma ISO 9613 - 2 Atenuación del sonido en espacio abierto.

Las condiciones de atenuación en zonas boscosas se tienen en cuenta de acuerdo con la propiedad de atenuación por volumen. La altura útil es la altura del área de absorción sobre el terreno. El factor de absorción se introduce en dB(A) por metro. Los valores entre 0,05 y 0,1 dB/m se encuentran en el material bibliográfico. La ISO 9613 ignora el valor de la atenuación por metro y emplea en su lugar un espectro de atenuación dependiente del tipo de absorción.

11.4.2 Método de modelación de flujo vehicular francés NMPB Routes 2008

El método actualizado NMPB Routes 2008 toma como referencia una versión renovada del modelo de emisión, la Guide du Bruit 2008. En este caso, las emisiones se expresan a partir de dos términos independientes: la contribución de la unidad de potencia o motor del vehículo y la contribución del ruido de rodadura. La componente motor depende de la velocidad, la aceleración y el pendiente de la carretera. Para vehículos ligeros (LV) su contribución se calcula como:

$$L_{m_{w, LV}}(v) = L_{LV}(90) + b * \log\left(\frac{v}{90}\right)$$

Fuente: Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy - Enda Murphy Eoin King.

Donde $L_{LV}(90)$ y b son diferentes según velocidad constante, acelerada o desacelerada, mientras que para vehículos pesados (HV) se obtiene mediante la ecuación, siendo los Valores $L_{LV}(80)$ y b tabulados y recogidos en la misma guía.

$$L_{m_{w, HV}}(v) = L_{LV}(80) + b * \log\left(\frac{v}{80}\right)$$

Fuente: Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy - Enda Murphy Eoin King.

La componente de rodadura ($L_{r,w/m}$) depende de la velocidad del vehículo y del tipo de superficie de la carretera. Las superficies se clasifican en 3 tipos (R1, R2, R3) según las características del asfalto, el **Cuadro 11.3** muestra las ecuaciones para el cálculo del nivel sonoro debido a la componente de rodadura en función de la velocidad del vehículo.

Cuadro 11.3 Cálculo de emisión media debido al componente rodadura.

Tipo de superficie	$L_{r,LV}$	$L_{r,HV}$
R1	$53,4 + 21 \cdot \log(v/90)$	$61,5 + 20 \cdot \log(v/80)$
R2	$55,4 + 20,1 \cdot \log(v/90)$	$63,3 + 20 \cdot \log(v/80)$
R3	$55,7 + 21,4 \cdot \log(v/90)$	$64,1 + 20 \cdot \log(v/80)$

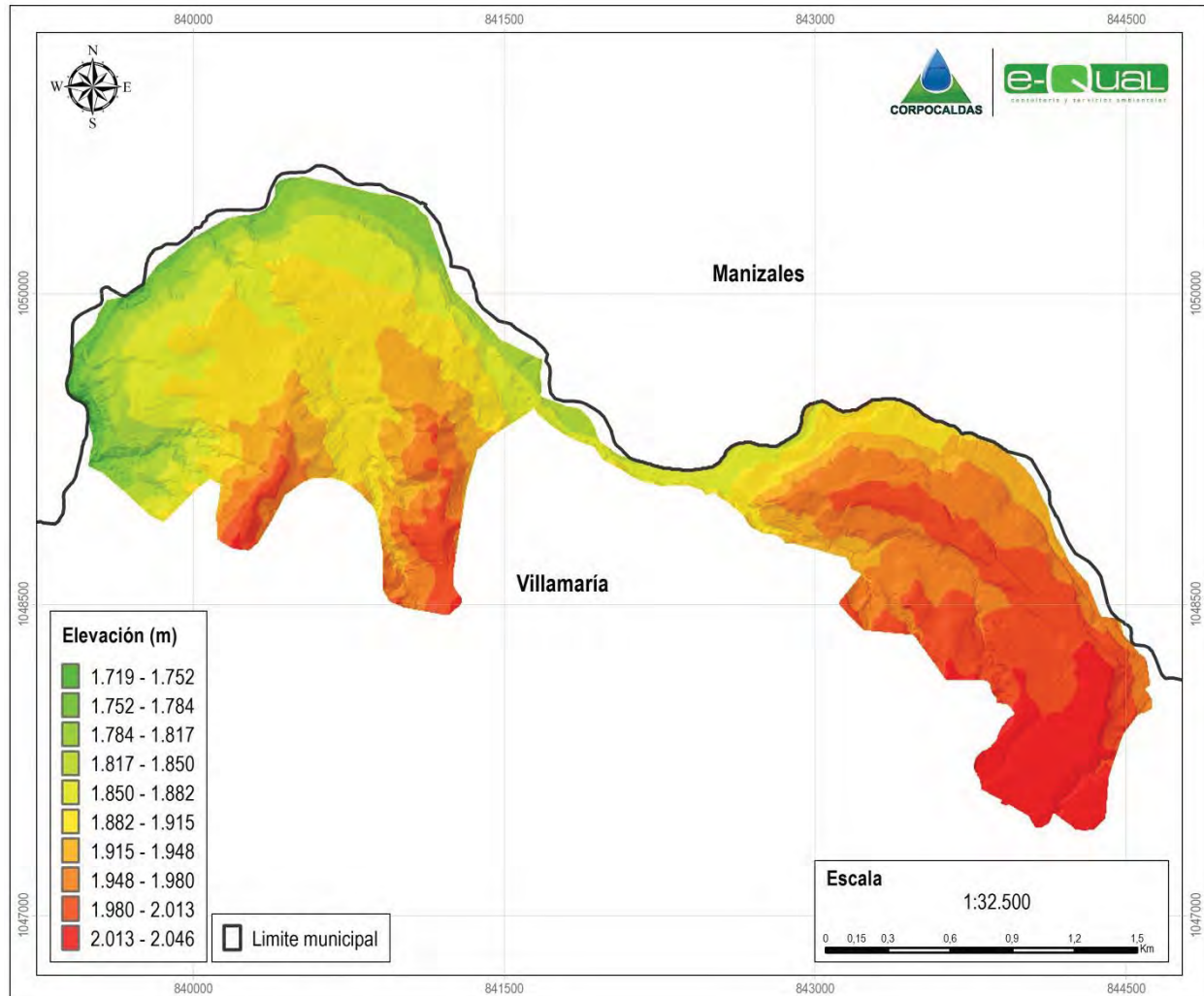
Fuente: Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy - Enda Murphy Eoin King.

11.5 INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO

11.5.1 Descripción del área objeto de estudio

El primer paso para el desarrollo de una modelación acústica consiste en realizar una breve descripción del área objeto de estudio, para este caso el proyecto comprende el casco urbano del Municipio de Villamaría, Caldas, las principales características a tener en cuenta son las pendientes longitudinales de los tramos evaluados las cuales pueden ser superior a los 2° de inclinación, el área de modelación también involucra la zona de La Florida la cual se ve afectada por el paso de la vía nacional Panamericana y es la principal fuente de ruido a excepción de la zona de clubes y áreas de motocicletas que no pertenecen a la jurisdicción del municipio como tal. En la **Figura 11.3** se presenta el plano topográfico del Municipio de Villamaría, Caldas.

Figura 11.3 Plano topográfico de la zona objeto de estudio.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

11.5.2 Características y definición de la fuente de ruido

El método de modelación NMPB Routes 2008 determina el nivel de emisión medio E_o a partir de la naturaleza de la fuente de ruido y el valor de paso de vehículos/hora acorde a un espectro típico de ruido.

Cuadro 11.4 Parámetros de emisión sonora tráfico rodado.

Tipo de vehículo	Ligeros	Pesados
	< 3,5 t	> 3,5 t
Velocidad	R misión	Lentos: 20 (nominal)
		Rápidos: (60 – 80)
		Medio: (40 – 50)
Flujo de Tráfico	Fluido	
	Intermitente	
	Acelerado	
	Decelerado	
Perfil Longitudinal	Horizontal (< 2%)	
	Ascendente	
	Descendente	

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

La emisión sonora para vehículos pesados y livianos se describe bajo la ecuación:

$$E = E_0 + a * \log_{10} \left(\frac{v}{v_0} \right)$$

Fuente: Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy - Enda Murphy Eoin King.

Dónde:

E = noise emission in dB (A)

E_0 = reference sound power level in dB (A)

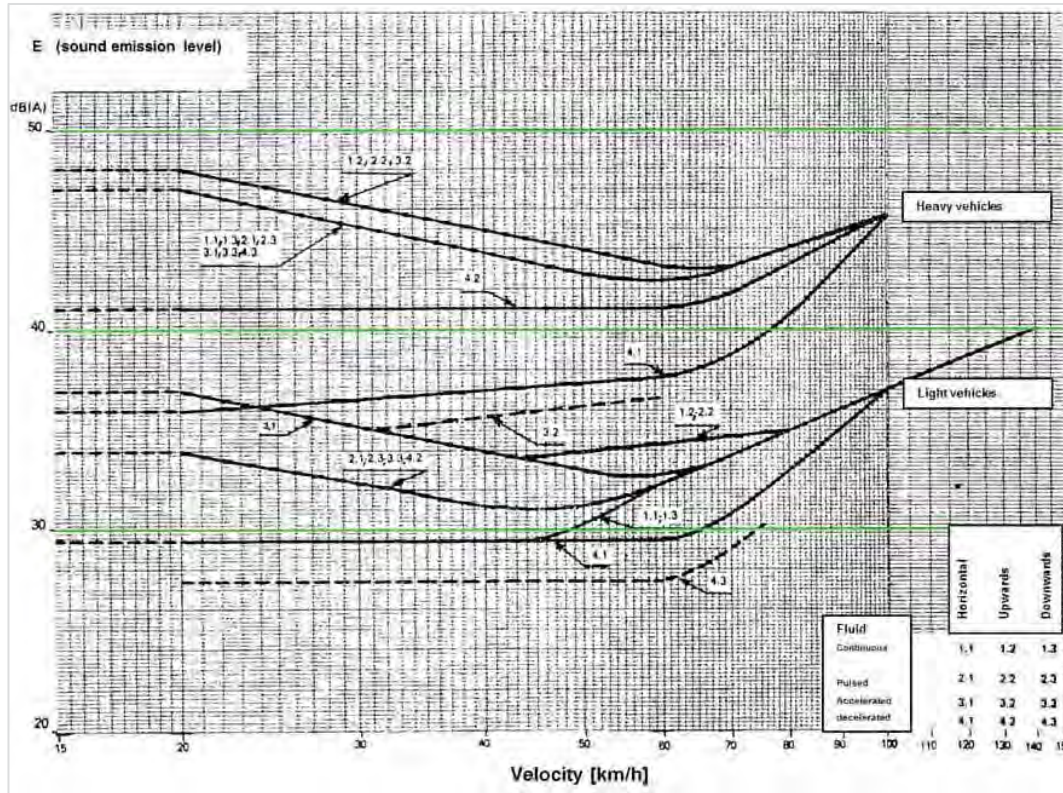
a = factor for the characteristics

v = velocity in km/h

v_0 = reference velocity = 20 km/h

Así mismo los parámetros de cálculo para vehículos pesados y livianos se obtienen de las siguientes curvas básicas de emisión, ver **Figura 11.4**.

Figura 11.4 Curvas de emisión básicas vehículos livianos y pesados.



Fuente: Bruit des infrastructures routières, CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, Méthode de calcul incluant les effets météorologiques - NMPB Routes 2008.

El parámetro asociado a la pendiente de la carretera es otro factor requerido para el cálculo de la emisión sonora, se determina para cada calle o tramo de calle a partir del modelo digital del terreno elaborado y es calculado directamente por SoundPLAN de acuerdo con los cambios de la topografía entregados directamente por las curvas de nivel y el plano topográfico, por tanto es necesario tener un buen factor de definición de las curvas lo cual como mínimo debe ser de 5 m.

- ✓ Perfil longitudinal: horizontal con pendiente inferior al 2%, ascendentes y/o descendente con pendiente superior al 2%,

Figura 11.5 Cálculo de gradiente de la vía – SoundPLAN 7.3, NMPB 2008.

Emisión calculada de acuerdo a "NMPB 2008"

Tráfico: Velocidad, Flujo de tráfico, Correcciones

Tipo entrada: Veh/h manualmente

☒ Un sentido de tráfico: En dirección de entrada

IMD (Veh/24h): 1023

	Veh/h(d)	p(d)[%]	Veh/h(n)	p(n)[%]
	61,0	100,0	16,9	100,0
Vehículos ligeros	32,0	52,5	8,9	52,7
Vehículos pesados	29,0	47,5	8,0	47,3

Niveles: d(7-21h): 79,77 n(21-7h): 74,18

Gradiente: 9,6 [%]
Conducción por la derecha

Aceptar Cancelar Ayuda

Cálculo de pendiente realizado por
SoundPLAN método de evaluación de
carreteras NMPB 2008.

Fuente: SoundPLAN 7.3

En el **Cuadro 11.5** se presentan los niveles de corrección asociados a las superficies y las velocidades de trayectorias por hora.

Cuadro 11.5 Correcciones por tipo de rodadura y superficie

Road surface categories	Noise level correction Ψ		
	0-60 km/h	61-80 km/h	81-130 km/h
Porous surface	- 1 dB	- 2 dB	- 3 dB
Smooth asphalt (concrete or mastic)	0 dB		
Cement concrete and corrugated asphalt	+ 2 dB		
Smooth texture paving stones	+ 3 dB		
Rough texture paving stones	+ 6 dB		

Fuente: Bruit des infrastructures routières, CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, Méthode de calcul incluant les effets météorologiques - NMPB Routes 2008.

11.6 ESTADÍSTICAS DE AFOROS DE FLUJO VEHICULAR

Para determinar la intensidad media diaria (i.e. IDM) de vehículos/hora, se analizaron los conteos vehiculares realizados en las estaciones de monitoreo de ruido para los veinte (20) puntos ubicados en el casco urbano del Municipio de Villamaría, Caldas.

La ubicación de las estaciones de monitoreo tuvo como criterio de selección los principales cruces vehiculares, así como las vías de acceso de las rutas de buses y microbuses y las vías secundarias del área objeto de estudio, de esta manera se puede tener una muestra de datos estadística de los aforos para un día promedio de operación vial en el municipio discriminado según su naturaleza (e.g. tipo de vía, tipo de vehículo, velocidad promedio y número de carriles) y el periodo de operación, el cual para cumplir las expectativas de horarios establecidas en la resolución 627 de 2006 del MAVDT, la cual determina diez (10) horas para el nocturno y catorce (14) horas para el diurno.

Los parámetros asociados al nivel L_{den} no son objeto de análisis de la norma en tanto la resolución o normativa nacional no aplica dicho concepto para delimitación de áreas de afectación, adicionalmente, en Colombia la normativa no analiza un periodo vespertino por tanto queda por fuera del alcance del presente proyecto.

El **Cuadro 11.6** describe el promedio vehicular de las vías principales caracterizadas durante la fase de monitoreo acorde con la metodología presentada en el capítulo 7.2.2 del presente documento, así como de los formatos Ver (**Figura 7.13**).

Cuadro 11.6 intensidad media diaria vías principales para el horario diurno y nocturno IMD (vehículo/24h).

PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS		PESADOS	
			Total	Vehículo/hora	Total	Vehículo/hora
RA1	Iglesia parque principal	24 horas	2.162	90,1	742	30,9
		Diurno	1.692	120,9	601	42,9
		Nocturno	470	47,0	141	14,1
RA2	El Estrelladero	24 horas	5.374	223,9	3.525	146,9
		Diurno	4.878	348,4	3.400	242,9
		Nocturno	496	49,6	125	12,5
RA3	Parque Bolívar	24 horas	1.416	59,0	1.053	43,9
		Diurno	1.128	80,5	984	70,3
		Nocturno	288	28,8	69	6,9
RA11	Calle 6 No. 8A – 33	24 horas	5.807	242,0	1.580	65,8
		Diurno	3.741	267,2	1.176	84,0
		Nocturno	2.066	206,6	404	40,4

PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS		PESADOS	
			Total	Vehículo/hora	Total	Vehículo/hora
RA12	Hospital San Antonio	24 horas	4.800	200,0	1.754	73,1
		Diurno	3.197	228,4	1.285	91,8
		Nocturno	1.603	160,3	469	46,9
RA15	Colegio Jaime Duque	24 horas	3.820	159,2	1.715	71,5
		Diurno	2.805	200,4	1.461	104,4
		Nocturno	1.015	101,5	254	25,4
RA16	Calle 4 No. 16A - 03	24 horas	3.251	135,5	1.247	52,0
		Diurno	2.102	150,1	987	70,5
		Nocturno	1.149	114,9	260	26,0
RA17	CAI La Pradera	24 horas	3.662	152,6	1.207	50,3
		Diurno	2.590	185,0	1.036	74,0
		Nocturno	1.072	107,2	171	17,1
RA18	La Pradera – Trefilados	24 horas	4.200	175,0	1.198	49,9
		Diurno	2.909	207,8	978	69,8
		Nocturno	1.291	129,1	220	22,0

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

El **Cuadro 11.7** describe el promedio vehicular de las vías secundarias caracterizadas durante la fase de monitoreo acorde a la metodología planteada.

Cuadro 11.7 intensidad media diaria vías secundarias para el horario diurno y nocturno IMD (vehículos/24h)

PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS		PESADOS	
			Total	Vehículo/hora	Total	Vehículo/hora
RA4	Colegio Villa del Rosario	24 horas	568	23,6	245	10,2
		Diurno	525	37,5	202	14,4
		Nocturno	43	4,3	43	4,3
RA5	Carrera 6 Calle 11 Esquina	24 horas	2.794	116,4	511	21,3
		Diurno	1.848	132,0	275	19,6
		Nocturno	946	94,6	236	23,6

PUNTO	NOMBRE	PERIODO	LIVIANOS		PESADOS	
			Total	Vehículo/hora	Total	Vehículo/hora
RA6	Carrera 18B Calle 6A	24 horas	217	9,0	797	33,2
		Diurno	153	10,9	621	44,4
		Nocturno	64	6,4	176	17,6
RA7	Cementerio	24 horas	485	20,2	89	3,7
		Diurno	451	32,2	87	6,2
		Nocturno	34	3,4	2	0,2
RA8	Límite Pradera - Villa Jardín	24 horas	462	19,2	1.168	48,6
		Diurno	335	23,9	957	68,3
		Nocturno	127	12,7	211	21,1
RA9	Carrera 17 No. 3 – 57	24 horas	412	17,1	577	24,0
		Diurno	345	24,6	495	35,3
		Nocturno	67	6,7	82	8,2
RA10	Polideportivo	24 horas	327	13,6	134	5,6
		Diurno	290	20,7	127	9,1
		Nocturno	37	3,7	7	0,7
RA13	Fábrica Varta	24 horas	1.284	53,5	405	16,9
		Diurno	1.036	74,0	367	26,2
		Nocturno	248	24,8	38	3,8
RA14	Carrera 8 Calle 9	24 horas	2.297	95,7	559	23,3
		Diurno	1.793	128,1	499	35,6
		Nocturno	504	50,4	60	6,0

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

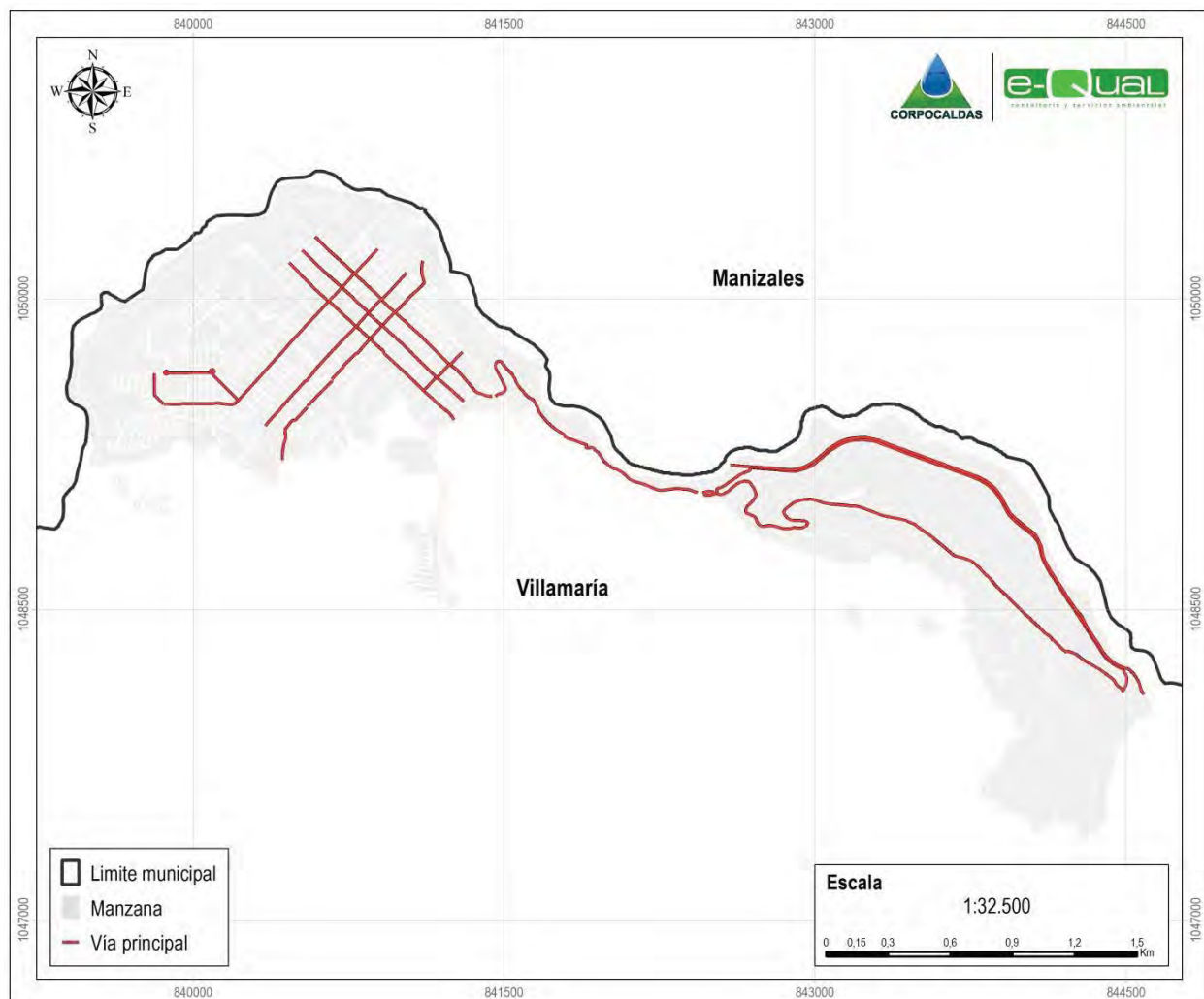
11.6.1 Principales ejes viarios evaluados

Teniendo en cuenta el diseño del trazado de la grilla de puntos de monitoreo para el Municipio de Villamaría, Caldas, el cual parte de la base del análisis de las áreas en conflicto y sectores de interés ambiental y adicionalmente elementos tales como el ruido originado por el tráfico rodado de vehículos, este factor cobra relevancia toda vez que existe una fuerte relación entre el sonido proveniente de la rodadura y el motor de cada vehículo y la geometría existente entre las vías respecto a la distribución de los edificios, es decir, el diseño de la ciudad y de su sistema de transporte, los cuales resultan elementos igualmente importantes en la elaboración de un mapa estratégico de ruido y definitivamente un plan de acción contra la contaminación acústica.

Finalmente, y no por ello menos importante debe tenerse en cuenta los usos y costumbres de la ciudadanía respecto a este medio de transporte, factor que condiciona en gran medida el éxito en una propuesta contra el ruido proveniente del tráfico rodado, puesto que se habla en definitiva, de desarrollo sostenible en todos los ejes que contaminen el municipio.

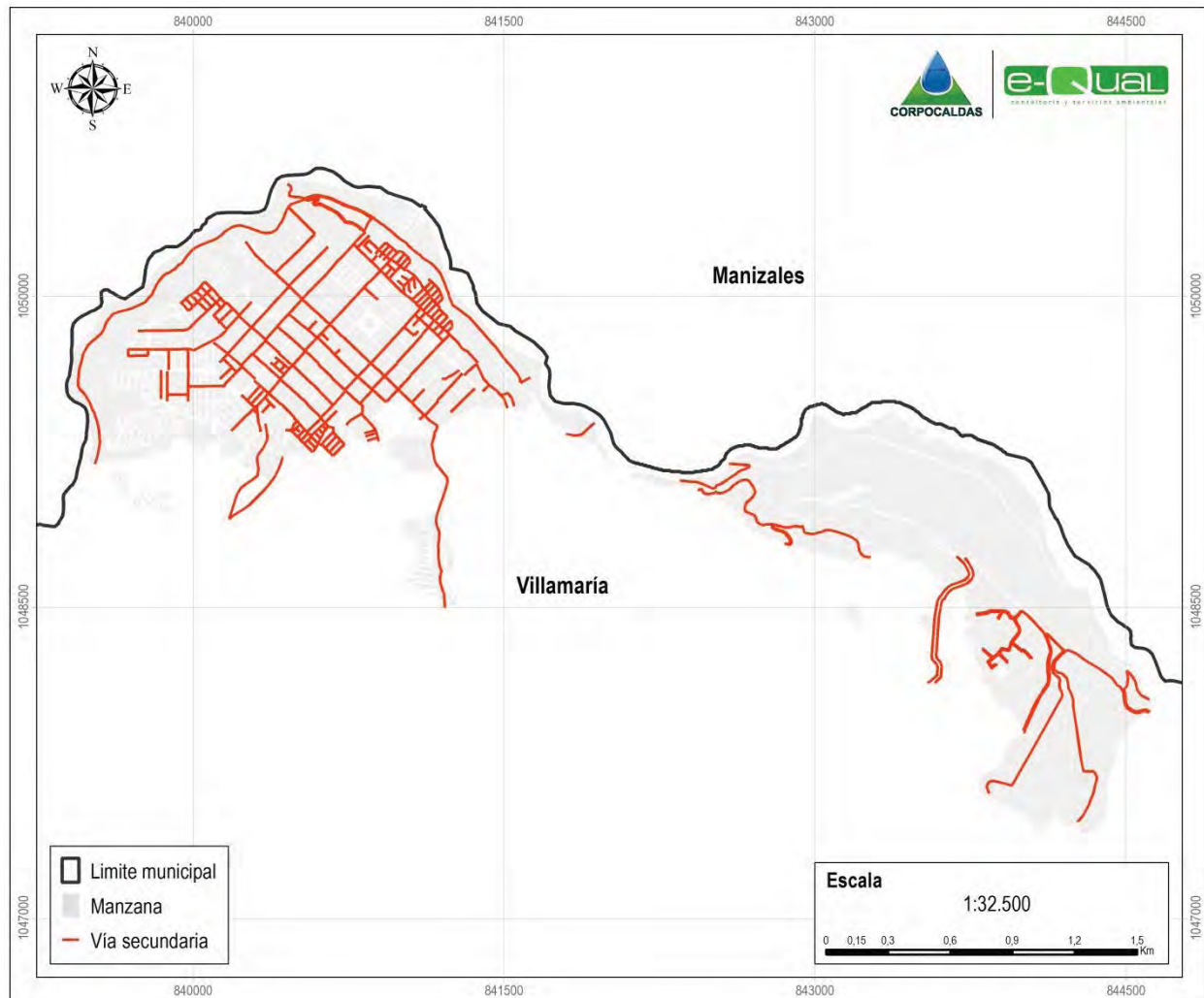
En la **Figura 11.6** y **Figura 11.7** se presentan las vías previstas en el plan de monitoreo teniendo en cuenta la movilidad del municipio y la sinergia existente entre los puntos de conexión de la malla vial del municipio, dichas vías hacen parte del cálculo de emisión típica de tráfico rodado, modelo de ruido Villamaría 2015.

Figura 11.6 Ejes viales analizados vías principales.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 11.7 Ejes viales analizados vías secundarias.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Para los tramos de vías no aforadas y que por las características de diseño típicas de movilidad las cuales no permiten una evaluación objetiva de la intensidad media de vehículos, dados las condiciones de la geomorfología del municipio como se aprecia en la **Fotografía 11.1**.

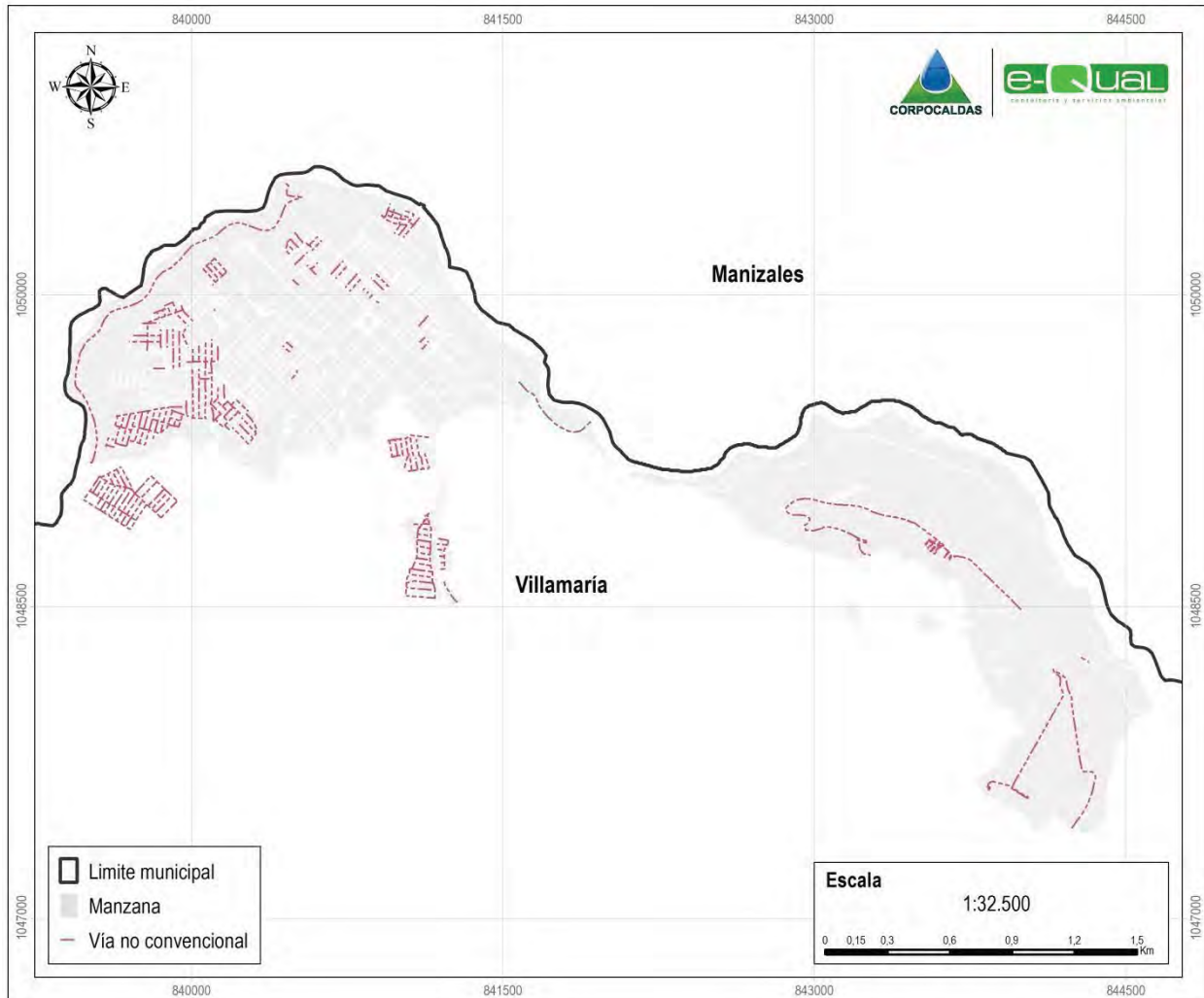
Fotografía 11.1 Características vías no convencionales Villamaría, Caldas.



Fuente: Google Earth 2015.

Para estos tramos y vías terminales se tiene en cuenta el método de homologación propuesto por la *European Commission Working group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN)*, buenas prácticas para evaluación estratégica de exposición a ruido, la cual propone elementos de emisión para tramos de carreteras de tipo *End – Dead – Road*, la cual presenta un término típico de emisión espectral de dichas vías, teniendo en cuenta la biblioteca de emisiones de SoundPLAN versión 7.3.

Figura 11.8 Ejes viales analizados vías no convencionales.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

11.6.2 Perfiles de emisión de ruido tráfico rodado

En cuanto a las características típicas de emisión del flujo vehicular asociadas a tipo de revestimiento del asfalto, emisión típica, tipo de flujo vehicular (i.e. continuo, acelerado, desacelerado) estas dependen del tipo de vía (i.e. doble calzada, ancho y número de carriles) a evaluar, dado las características de la misma se estiman las condiciones propuestas en el **Cuadro 11.8**. Para determinar la relación de la velocidad de vehículos y tipo de vía a evaluar, se tuvo en cuenta el decreto 015 de 2011 por el cual se establecen los límites máximos de velocidad para garantizar la seguridad vial en el estado, el cual propone lo siguiente: “no admite velocidades superiores a cien (100) kilómetros por hora en las carreteras nacionales y departamentales, y sesenta (60) kilómetros por hora las vías urbanas y carreteras municipales.

Del mismo decreto, en su artículo 1º, se modifica el artículo 106 del código Nacional de Transito, el cual debe quedar así:

Artículo 106. Límites de velocidad en vías urbanas y carreteras municipales: En vías urbanas y en las carreteras municipales o distritales las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el Distrito o Municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 60 kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora".

En el artículo 2º, se modifica el artículo 107 del Código Nacional de Tránsito, el cual debe quedar así:

Artículo 107. Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales la velocidad máxima permitida posible será de cien (100) kilómetros por hora. Para el servicio público, de carga y de transporte escolar la velocidad máxima permitida posible será de ochenta (80) kilómetros por hora. Será obligación del Ministerio de Transporte o de la Gobernación respectiva realizar la debida señalización de los máximos efectivos permitidos de velocidad según las especificaciones de cada una de las carreteras en sus diferentes tramos sin sobrepasar los máximos posibles anteriormente fijados. Estas mismas autoridades tendrán la obligación de reducir temporalmente los máximos efectivos permitidos de velocidad cuando las condiciones de las vías así lo aconsejen.

Sin embargo teniendo en cuenta lo percibido en campo y la estructuración de movilidad del municipio se determinaron las siguientes características para modelación de tráfico rodado respecto a movilidad y velocidad de diseño del modelo.

Cuadro 11.8 Método de previsión de ruido proveniente del tráfico rodado.

Frecuencia	Entre 100 Hz y 5 kHz en 1/3
Tipología vehículos	2: Ligeros y Pesados
Velocidad vehículos vías principales	Diseño 50 km/h – edad vía: 1 a 5 años
Velocidad vehículos vías principales	Diseño 40 km/h – edad vía: 5 a 10 años
Velocidad vehículos vías principales	Diseño 30 km/h – edad vía: 1 a 10 años
Aceleración/Frenada	Sí
Segmentación fuente	Sí, equiángula, equidistante o variable
	Punto de emisión en mitad segmento
Posición fuente	Eje de la vía 1,86 m

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

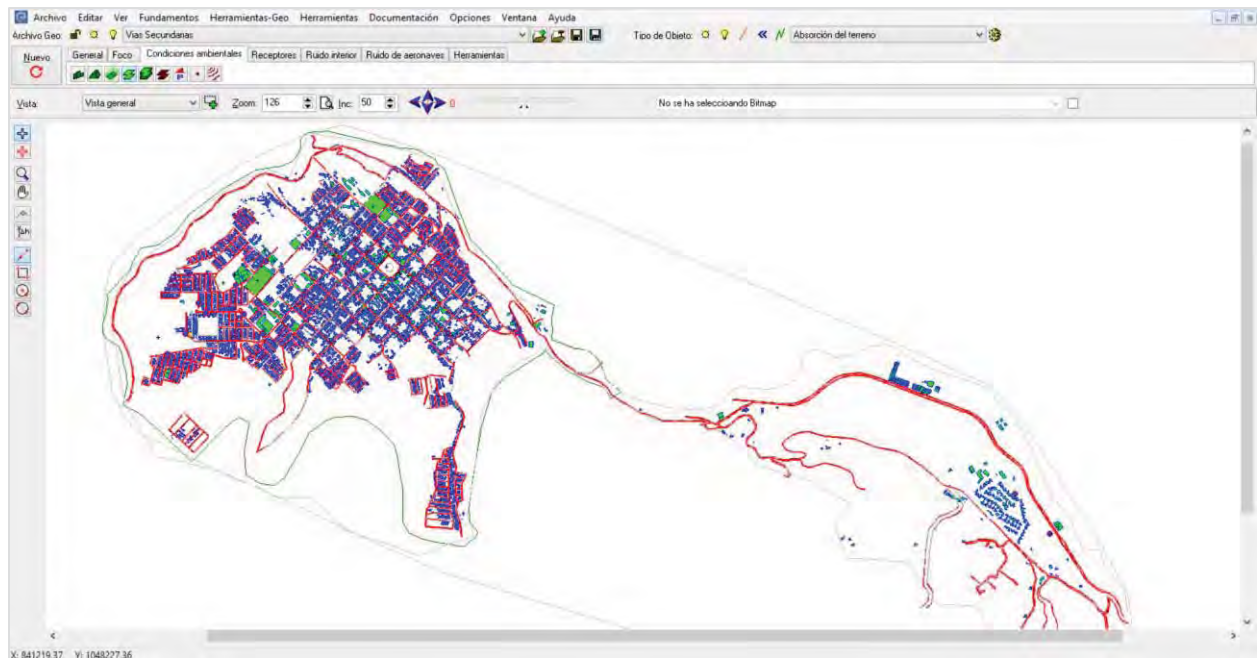
Es preciso mencionar que el estado de las vías es un factor relevante en relación con la emisión media de propagación de ruido al ambiente, aunque la normativa aplicable (antes comentada) no establece criterios de corrección para este tipo de efectos de terreno, el ruido generado in situ puede aumentar considerablemente la propagación sonora debido primordialmente al roce entre los neumáticos y la tracción generada por el estado de la vía.

11.6.3 Geodatabase y generación de modelo digital de terreno DGM

El primer paso para el desarrollo de una modelación acústica consiste en realizar una breve descripción del área objeto de estudio, en este caso la vía paralela a la población de Villamaría y el entorno asociado a la misma (*i.e, tipo de vía, edificaciones receptores, áreas de bosques, tipo de suelo, puentes. etc.*).

Teniendo en cuenta que el mecanismo de importación de datos del software SoundPLAN se realiza mediante datos geoespaciales estructurados en shape Files, en los cuales los datos de atributos se guardan en tablas DBF, para cada una de las entidades del modelo, la entidad relación se definió por medio de una tabla incluyendo las columnas correspondientes a los atributos Ld y Ln.

Figura 11.9 Soundplan Base de datos Geografica del Municipio de Villamaría, Caldas.



Fuente: SoundPLAN 7.3

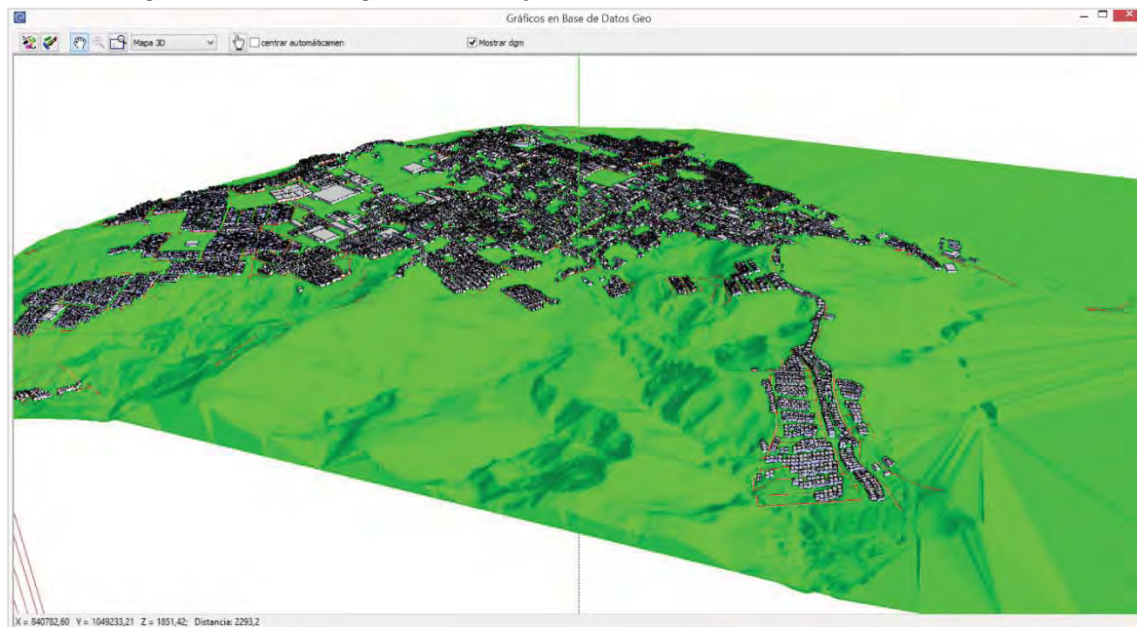
Estos datos se ingresan a la base de datos geográfica del modelo SoundPLAN y se estructura el entorno de modelación, cabe resaltar que entre mayor detalle en cuanto a la distribución espacial del modelo y las características de dispersión de las fuentes de ruido, mayor será el valor del porcentaje de acierto en el modelo, presentado tolerancias que no superan 1 dB de error entre la situación actual y mediciones *In situ* sin tener en cuenta el aporte de fuentes ajenas al funcionamiento de la fuente objeto de estudio.

11.6.3.1 Generación del Modelo Digital de terreno (DGM)

Tal y como lo establece la norma, el mapa de ruido debe ser generado a una determinada altura sobre el nivel del piso, para cumplir con este propósito se genera un modelo de la superficie del piso, lo cual es realizado por SoundPLAN con base en el modelo de elevación del terreno (DGM).

Como consecuencia de lo anterior, lo primero que se debe realizar como parte del modelo es calcular el DGM, ya que éste constituye la altura base tanto de los elementos de entrada, como de la grilla de cálculo para el modelo de ruido propiamente dicho.

Figura 11.10 Modelo digital de terreno y situación del entorno de modelación, vista 3D.



Fuente: SoundPLAN 7.3

11.6.3.2 Código de colores

La selección del tamaño de la grilla de cálculo se define a partir de un análisis a las zonas que se consideran vulnerables por el funcionamiento del predio objeto de estudio (i.e. aquellas zonas sobre las que existe viviendas residenciales), el código de colores o la escala hace referencia a los rangos de valores establecidos en el cálculo, los cuales se representan para niveles bajos hasta el límite de 45 con tonos verdes medios y para niveles medios tonos rojos y para valores altos o superiores a 90 dB los tonos azul oscuro.

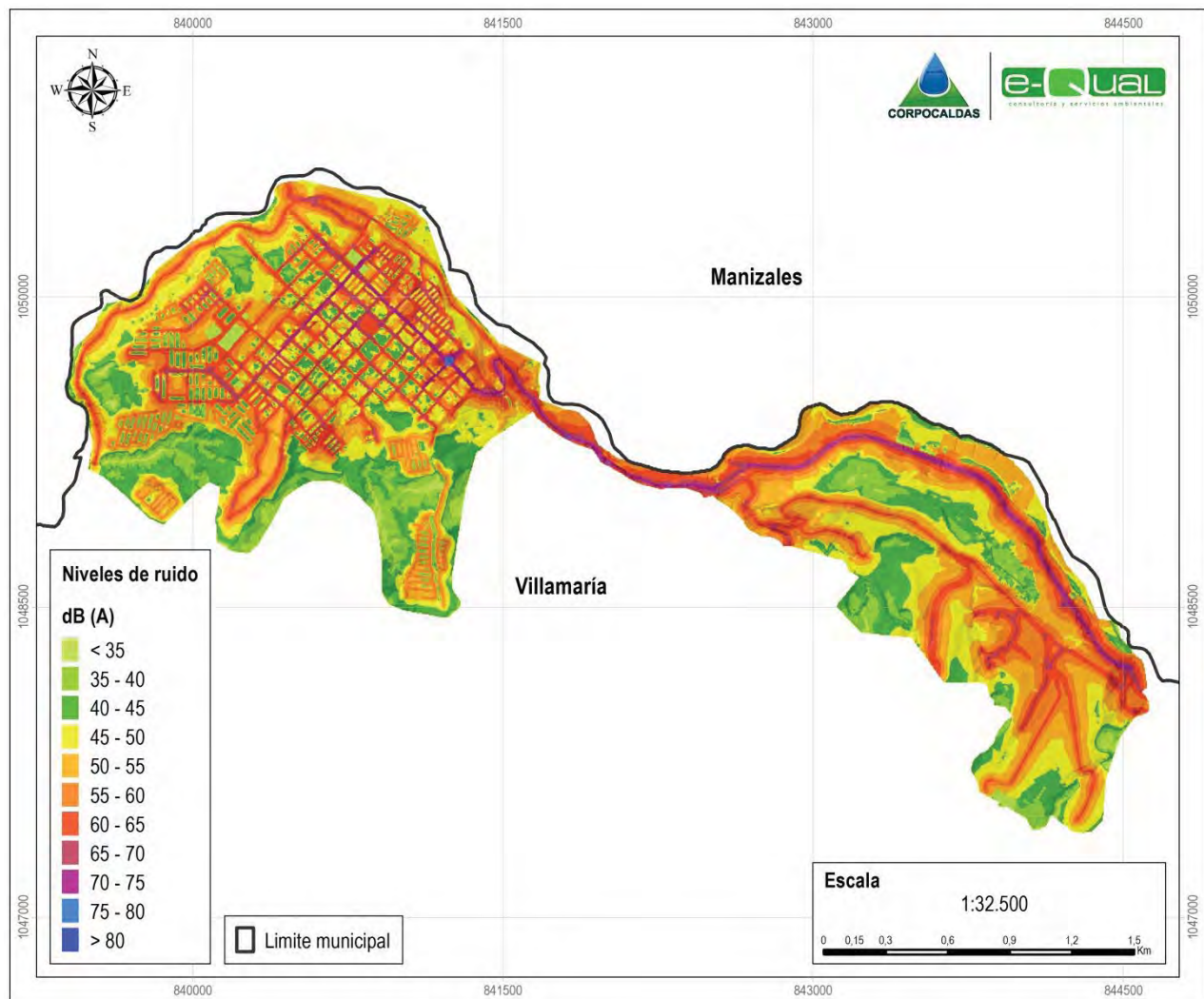
Teniendo en cuenta que se busca establecer el nivel de afectación sobre el área de influencia de la vía, se selecciona una grilla cuya área de cobertura permita un análisis completo de la zona, en este caso se utiliza una grilla de cálculo no recursiva cuyos puntos se encuentran espaciados cada 4 metros para un total de 196.588 observadores con un total de punto calculados de 197.452, el cálculo de dispersión y la tolerancia del modelo es de 0,01 dB el radio de búsqueda de sonido directo y refractivo es de 5.000 m la distancia de cálculo para la reflexión al receptor es de 200 m y al foco de 50 m.

Por otra parte, se establece un rango de valores de niveles de ruido suficiente como para cumplir las expectativas de la resolución 627 del MAVDT y los resultados bajo ponderación dB(A). Es preciso mencionar que los niveles por debajo de la franja de 45 dB(A) no se consideran en su totalidad parte de la operación, esto quiere decir que el software aplica dicha tonalidad para el resto de valores presentes en el mapa con el fin cubrir la totalidad de los niveles de ruido en el área de cálculo.

12 RESULTADOS

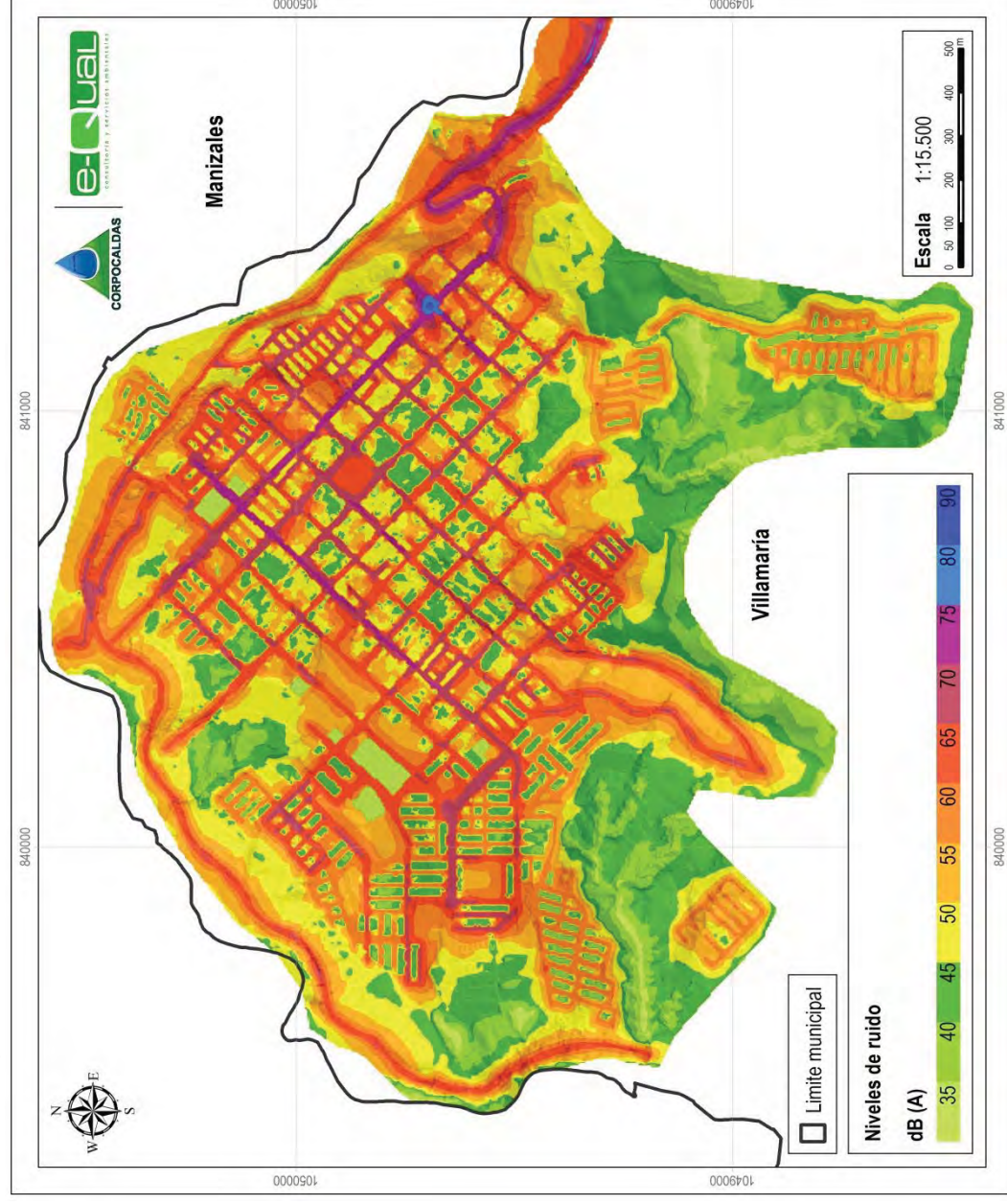
Como resultados de la estructuración geográfica e inclusión de las principales fuentes de ruido del Municipio de Villamaría caldas, expuestos en el capítulo diez (11) del presente documento, se presentan los resultados obtenidos posterior al cálculo de dispersión acústica para los descriptores de ruido acumulativos L_d y L_n , en el escenario de operación de la situación actual delimitado por el casco urbano de dicho municipio. Dichos resultados se presentan en la **Figura 12.1** a **Figura 12.6**.

Figura 12.1 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación L_d - Mapa general.



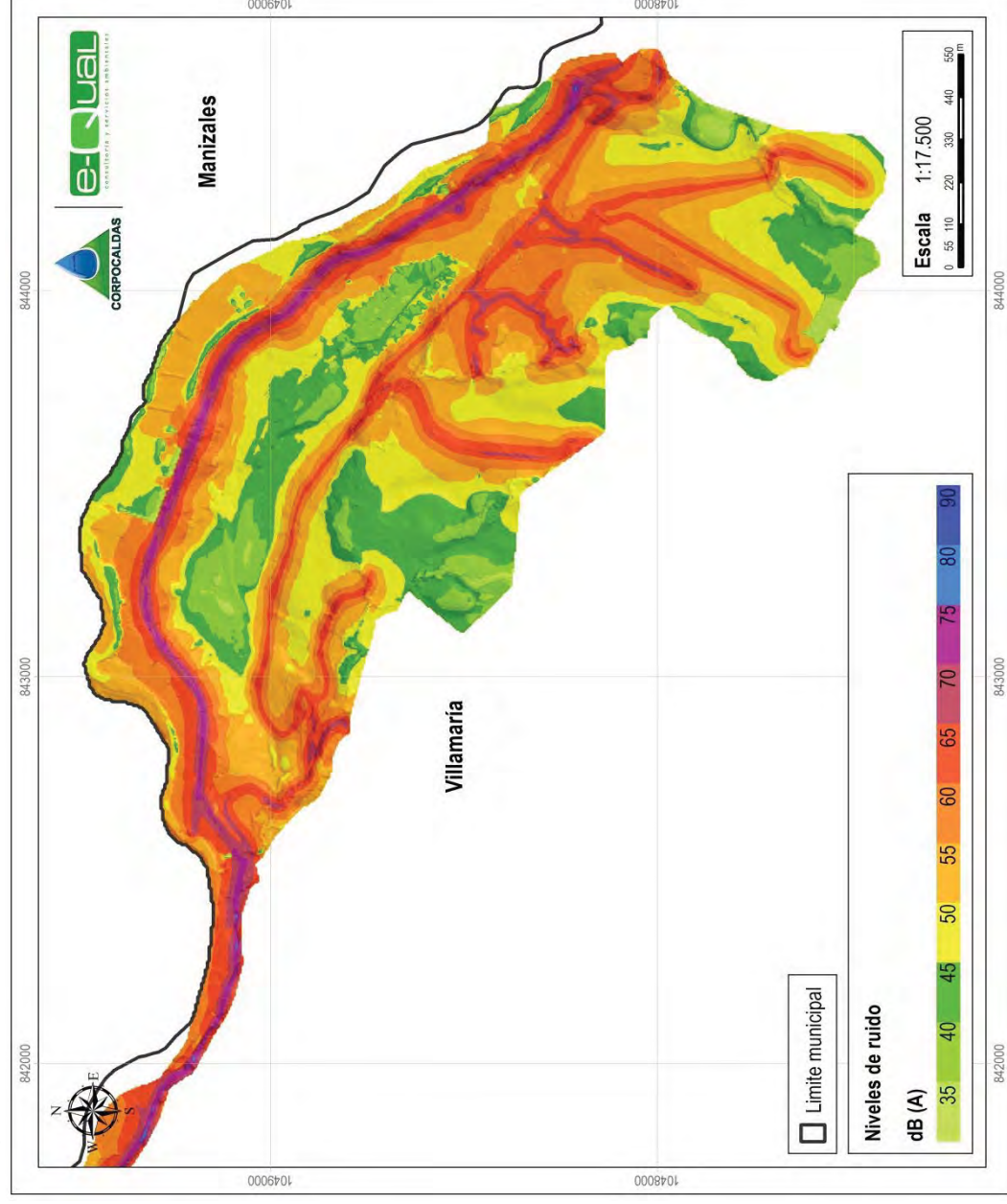
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 12.2 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Ldía - Mapa detalle zona urbana.



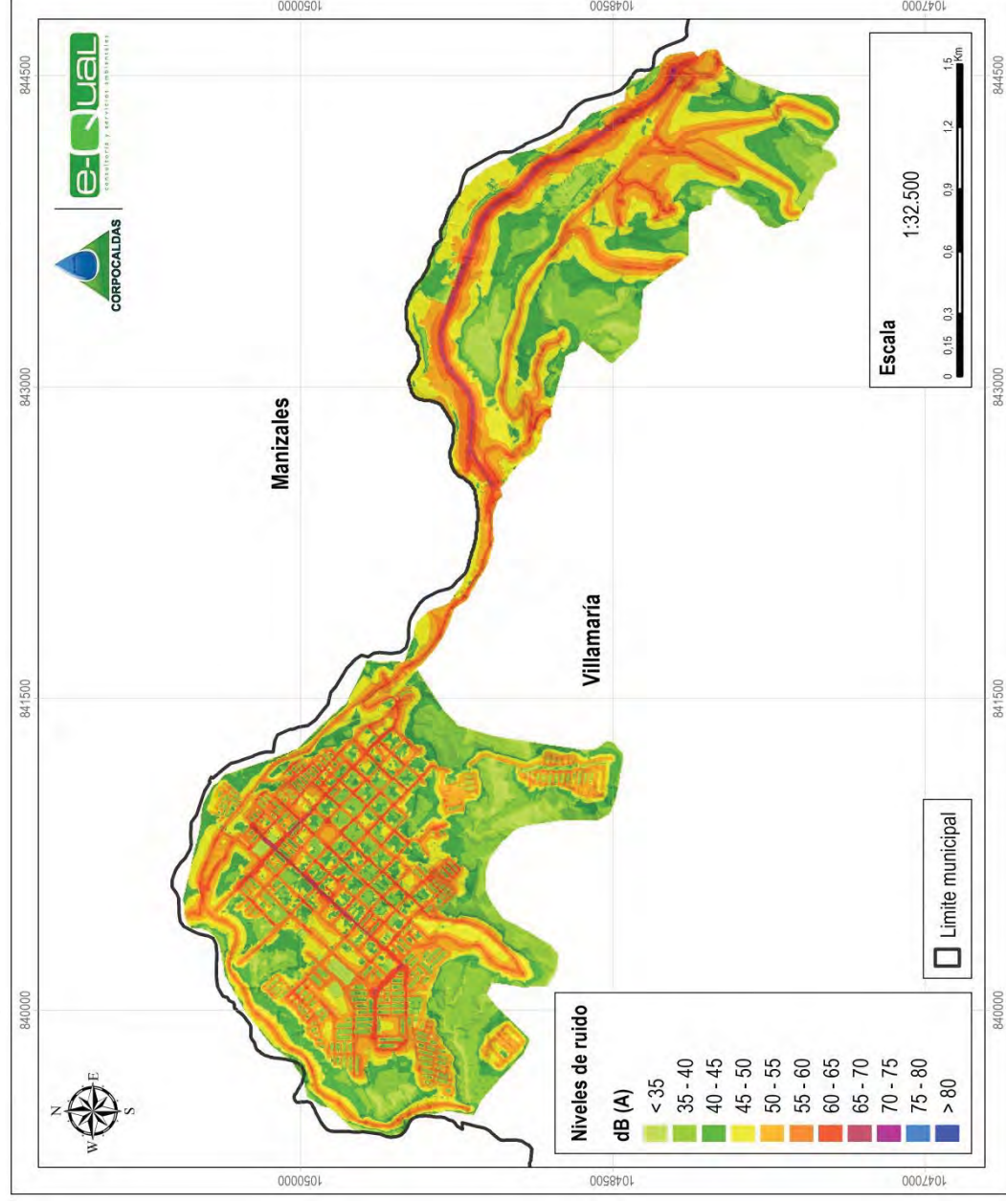
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 12.3 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Ldía - Mapa detalle zona de expansión La Florida.



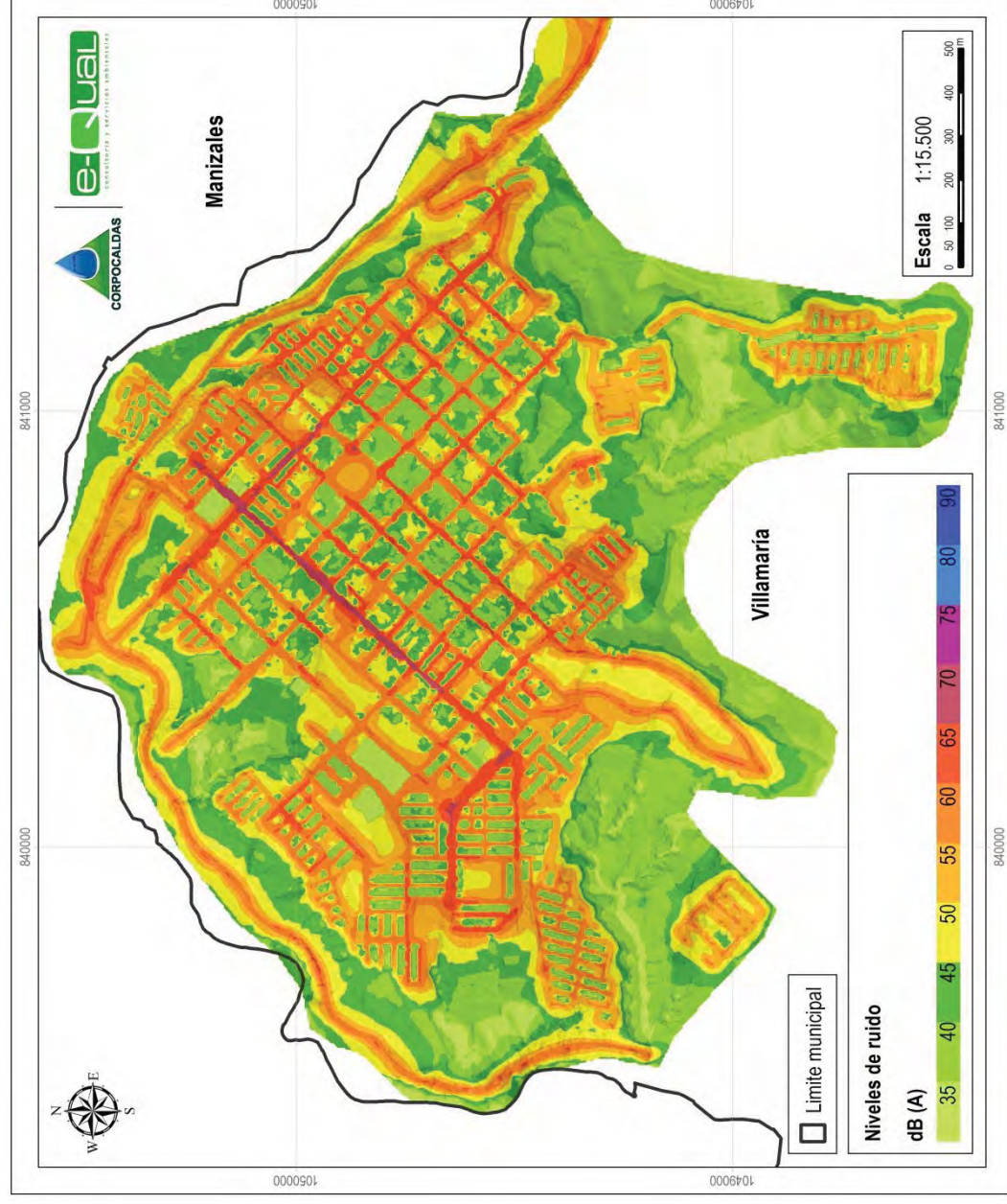
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 12.4 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa general.



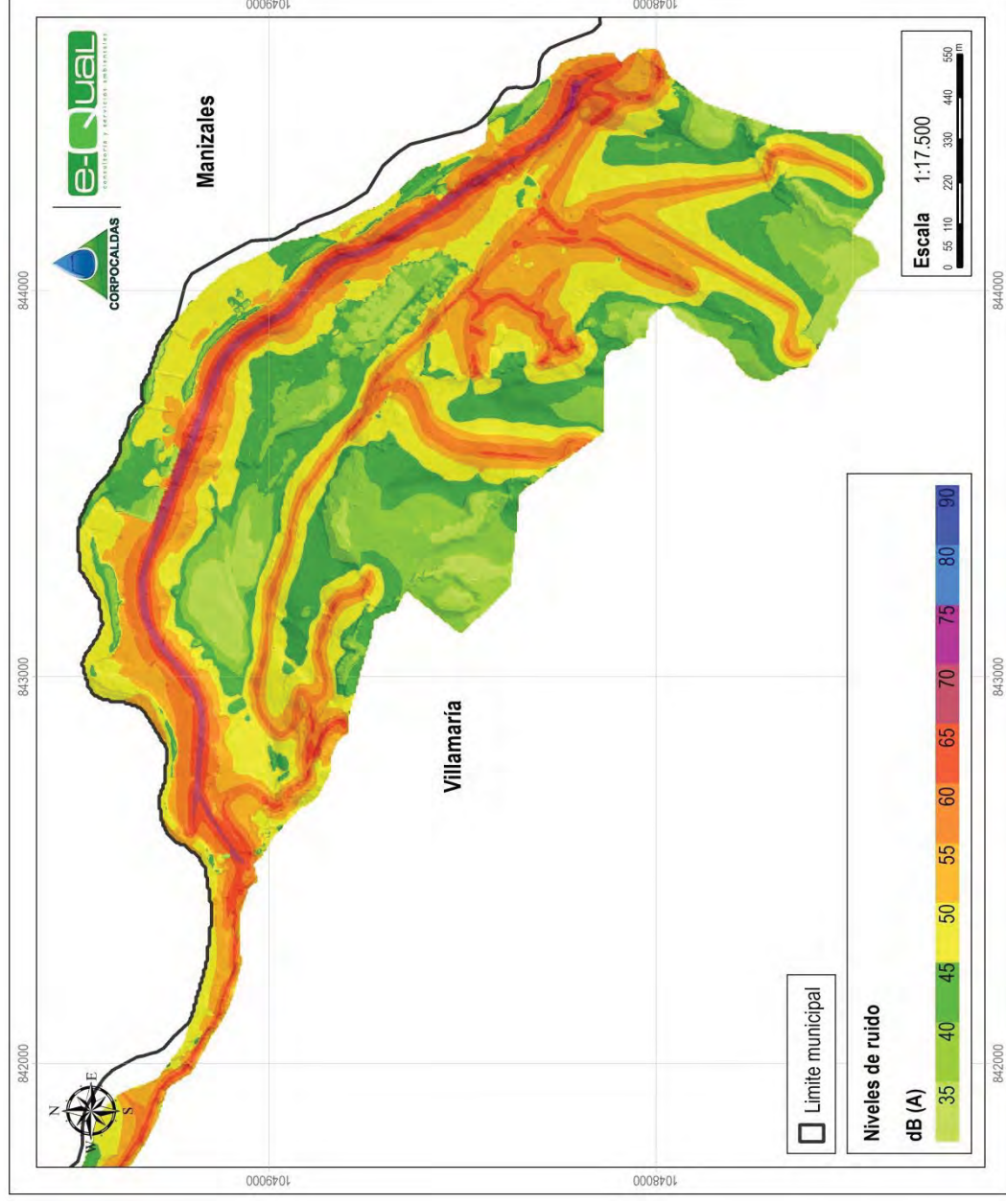
Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 12.5 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa detalle zona urbana.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

Figura 12.6 Mapa de ruido situación actual periodo de evaluación Lnoche - Mapa detalle zona de expansión La Florida.



Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015

13 CONCLUSIONES

La percepción subjetiva del nivel de ruido, acompañada de la molestia sintomática generada por el alto flujo vehicular de motos que circulan por las vías del municipio, se vuelve un factor determinante para destacar su alta contaminación y falta de sensibilidad en los conductores, adicional a esto durante la etapa de campo y el análisis de inventario de vehículos, se identificó en un gran porcentaje la manipulación sobre los sistema de escapes (i.e. tubos de escape), ya que son modificados al remover silenciadores e implementar sistemas de escape a presión, con el fin de aumentar la compresión interna del motor para lograr mayor aceleración en el vehículo, generando con esto un incremento en la relación de la energía sonora de hasta tres veces el nivel de emisión de uno de tipo convencional (i.e. con silenciadores de fábrica).

Las condiciones topográficas y el estado actual de las vías, hacen que se identifiquen diferentes factores determinantes que resaltan un aumento significativo en los resultados de los niveles de ruido. De acuerdo con la **Figura 11.4**, se evidencia que las curvas de emisión de ruido asociadas a la pendiente de la carretera son un factor determinante al momento del cálculo del modelo. Al mismo tiempo durante el trabajo de campo y análisis del inventario de vías, se concluye que en el 95% de las vías se identificaron baches, grietas, áreas destapadas, desgaste de asfalto, entre otros, lo cual causa que el nivel de ruido producto del rodamiento de vehículos se incremente.

El Municipio de Villamaría, de acuerdo con su topografía, cuenta en su gran mayoría de vías pendientes superiores a 2%, esto incurre en el forzamiento del motor del vehículo cuando el sentido de la vía es ascendente, generando el incremento en el doble de la energía en comparación a un tramo horizontal. Cuando el sentido de la vía es descendente con un grado de inclinación mayor al 2%, sucede que aumenta el nivel de rodadura duplicando de igual forma el nivel de ruido en comparación con el tramo horizontal.

De acuerdo con el recorrido del personal de campo en bares, licorerías, tabernas y todo tipo de comercio de ocio y diversión nocturno, se pudo evidenciar la falta de sistemas de implementación de materiales o sistemas constructivos aislantes de ruido, al mismo tiempo se identificaron tabernas y/o bares con sistemas de amplificación (i.e. altoparlantes) hacia exteriores sin ningún tipo de apantallamiento acústico. Durante las caracterizaciones de emisiones de ruido de algunos bares, en específico en los barrios La Pradera y Trefilados, se identificaron a los administradores bajar la potencia de los amplificadores al detectar la presencia del funcionario y la operación que este llevaba a cabo, con el fin de que el sonómetro no reportara los niveles de emisión de ruido hacia exteriores generados por la operación normalizada del establecimiento. Por consiguiente se concluye que el sector comercial nocturno de ocio y diversión, en su mayoría, no regula su funcionamiento de acuerdo con los límites máximos establecidos en el marco normativo a nivel nacional, esto debido a la falta de gestión apropiada y objetiva de los propietarios y personal de administración al no implementar buenas prácticas de manejo en sus establecimientos, adicional la inexistencia de tipo de regulación respecto al uso adecuado de sistemas de amplificación, zonas de convivencia, penalidades u actos sancionatorios por parte de las autoridades locales.

Haciendo un análisis del **Cuadro 10.2**, **Cuadro 10.3** y **Cuadro 10.4** Niveles consolidados de ruido ambiental corregido en sectores B, C comercial y C industrial respectivamente, se observa que el 95% de los puntos de

medición de ruido ambiental incumplen en horario diurno y nocturno. Únicamente se identificó cumplimiento normativo en ambos horarios para el punto RA 13 el cual se ubicó en los linderos de la planta industrial de Varta, que en la actualidad no se encuentra en operación, sin embargo en la zona se identificaron colegios y áreas con una fuerte presencia de sector residencial lo que indica el conflicto entre los usos de suelo para algunas áreas dentro del perímetro urbano del municipio.

Se identificaron once (11) puntos de monitoreo para los periodo de evaluación horario diurno o nocturno que sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional de ruido ambiental entre 0,1 dB (A) y 9,9 dB (A), los cuales son RA1, RA4, RA7, RA8, RA9, RA10, RA12, RA16, RA17 y RA18, para el día, y RA7 y RA20 para la noche.

Se identificaron siete (7) puntos de monitoreo para los periodo de evaluación diurno y nocturno que sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional de ruido ambiental entre 10 dB (A) y 14,9 dB (A), los cuales son RA3, RA6, RA11, RA14, RA15 para el día y RA9 y RA10 en periodo nocturno.

Se identificaron nueve (9) puntos de monitoreo para los periodo de evaluación horario diurno o nocturno que sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional de ruido ambiental entre 15 dB (A) y 19,9 dB (A), los cuales son RA 5 en horario diurno y RA 1, RA 8, RA 11, RA 12, RA 14, RA 16, RA 17 y RA 19 en horario nocturno.

Se identificaron ocho (8) puntos de monitoreo para los periodo de evaluación horario diurno o nocturno que sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional de ruido ambiental entre 20 dB (A) y 30 dB (A), los cuales son RA 19 en horario diurno y RA 2, RA 3, RA 4, RA 5, RA 6, RA 15 y RA 18 en horario nocturno.

De acuerdo con el análisis de los niveles de ruido descrito anteriormente según el grado de incumplimiento respecto a la norma, se deduce que existe una alta y significativa diferencia entre los valores límites establecidos en la resolución nacional vigente respecto a los niveles monitoreados, que en su mayoría de los casos dichos valores alcanzan a duplicar, triplicar, cuadruplicar o quintuplicar la energía sonora de los valores máximos ambientales.

Esta conclusión no resulta alentadora puesto que se evidencia que el “clima acústico” del municipio en la gran mayoría de áreas o zonas las cuales fueron objeto de monitoreo, presentan condiciones inaceptables e incluso intolerables desde el punto de vista de salud y bienestar de la comunidad, esto sugiere por sí solo, la necesidad de incrementa medidas de mitigación y control sobre las principales fuentes, así como mejorar la administración de los usos de suelo por actividad económica desde la óptica del ruido comunitario, de igual manera optar por una políticas más agresivas y restrictivas en cuanto a licencias de construcción y funcionamiento de los establecimientos comerciales y/o sectores industriales.

Al mismo tiempo y de acuerdo con los aforos vehiculares expresados en el capítulo 11 en el **Cuadro 11.6**, el impacto acústico generado por el alto flujo vehicular se consideró como una de las fuentes de ruido más perturbadoras a lo largo de todo el municipio. Lo anterior hace referencia a que el ruido medioambiental en el municipio de Villamaría es un factor directamente proporcional al nivel de flujo vehicular. Es posible implementar medidas de choque por medio de los departamentos de planeación y movilidad, que se focalicen en la búsqueda de

mitigar el impacto ambiental generado por el mal estado de las vías, falta de planeación y charlas que sensibilicen a la ciudadanía para crear conciencia de la contaminación acústica generada.

El Plan de Ordenamiento Territorial POT sitúa varios corredores viales que acompañan diferentes tramos del municipio con uso de suelo mixto comercial – urbana, sin embargo en los predios de estos corredores se comparte el uso de suelo con sector institucional – urbana y residencial – urbana, dicho factor desenlaza un conflicto en cuanto al uso de suelo; dado además en zonas residenciales, también se observó zonas especiales o de interés comunitario como hospitales que deberían ser en su totalidad área de protección.

Cabe resaltar que la falta de planeación, otorgamiento de licencias ambientales y de construcción, componen un factor decisivo en la generación de ruido ambiental de una zona o área particular. El uso compartido de actividad económica entre diferentes tipos de sectores, además de generar un conflicto de usos de suelo también impide la realización de estudio específicos y objetivos en materia de ruido, dado que la servidumbre del ruido no discrimina lineamiento o fronteras físicas sino que por el contrario trasciende de manera amplia a los sectores más restrictivos, y por ser una fuente de contaminación fácil de generar y por sus características subjetivas difícil de controlar, la solución más viable es prevenir la aparición antes que resarcir sus efectos.

14 RECOMENDACIONES

Respecto al uso inadecuado y manipulación de los sistemas de escape en las motos, y adicional a la implementación de sistemas de altavoces en dichos vehículos, se recomienda realizar seguimiento y control por parte de las autoridades competentes, solicitando el cumplimiento con los estándares de fábrica y concientizando a la ciudadanía sobre los daños relacionados por este contaminante hacia el usuario y la comunidad, ya que no solo expone a terceros sino también su integridad generando futuros daños en el oído humano con desplazamientos del umbral auditivo.

Las empresas, industrias y establecimientos comerciales que de acuerdo con su actividad económica sean susceptibles de generar emisiones de ruido por encima de los estándares máximos permisibles que trata la Resolución 627 de 2006 o la normativa vigente que lo rija, se recomienda presentar un plan de mitigación de emisiones a la autoridad ambiental encargada, esta debe incluir una evaluación de los niveles actuales de ruido en operación normalizada que comprenda las fuentes sonoras y la formulación de las medidas para mitigar, prevenir o corregir el impacto acústico que la empresa genere.

En el caso puntual de los comercios nocturnos relacionados con diversión y ocio que incumplan la normativa, como primera medida se debe restringir el uso de altoparlantes en el exterior de sus linderos constructivos. El establecimiento deberá presentar un plan de trabajo para implementar sistemas de control adecuados que garanticen la atenuación de los niveles de ruido generados internamente y que estos no trasciendan hacia el exterior.

Se sugiere a las autoridades ambientales del municipio tener en cuenta las zonas en las cuales los niveles de contaminación auditiva no sobrepasaron los límites establecidos de la norma, ya que estas zonas se vuelven de vital importancia para que en una proyección a futuro no se generen mayores índices, y lograr así el control acústico de la zona.

Se recomienda como medida preventiva que el departamento de planeación y movilidad del municipio de Villamaría, Caldas, implementen un plan de acción para reducir los problemas de contaminación acústica que se producen en las vías que soportan un mayor volumen de tráfico rodado. Una vez conocida la situación actual de los altos niveles de ruido, se proceda a la elaboración de los planes de acción que incluyan, entre otras medidas correctivas, la instalación de sistema de apantallamiento acústico, crear zonas de protección entre la distancia de las vía y viviendas, fomentando campañas para inducir la conducción más silenciosa, estas deben contener el desarrollo de los siguientes temas: Medio ambiente, problemáticas generadas por el ruido, manejo de la velocidad, uso adecuado del freno y el acelerador, uso adecuado del pito y sistemas de alarma, uso adecuado de los sistemas de sonido, ahorro de combustible, seguridad vial, contaminación atmosférica, entre otras.

Por parte de los entes ambientales encargados del municipio, se recomienda fomentar conocimientos en el tema de la contaminación acústica y los impactos generados en la salud de las personas y el medio ambiente, mediante la implementación de programas de educación ambiental en centros e instituciones, realizando charlas prácticas,

promulgando videos educativos e implementando incentivos a los ciudadanos que ejerzan un plan de acción positivo hacia la comunidad.

15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal de Villamaría, Caldas. (2007). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*.
- Concejo Municipal de Villamaría, Caldas. (2007). Acuerdo 088 del 17 de diciembre. SP código planeación.
- C. Marquis-Fabre, E. Premat, D. Aubrée and M. Vallet. (2005). *Noise and its effects: A review on qualitative aspects of sound, Parts I and II*. Vol. 91 - pp. 613-642.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE. (2003). *Proyección Municipios 2005-2020*. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/ProyeccionMunicipios2005_2020.xls
- Jornada sobre Criterios Acústicos en el diseño de centros docentes. (2001). Labein.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Recuperado de http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2006). Resolución 627 del 07 de abril. *Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT y Ministerio de Transporte. (2000). Decreto 1552 del 15 de agosto. *Diario oficial, 18 de agosto de 2000. p 2*.
- Organización mundial de la salud (OMS). (1999). *Guidelines for Community Noise - Edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela World Health Organization 1999*.
- Tolosa, F. (2003). *Efectos del ruido sobre la salud*. Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares.



ANEXOS

Anexo 1 - Presentación socialización inicial

Anexo 2 - Cartas de invitación socialización inicial

Anexo 3 - Listado de asistencia socialización inicial

Anexo 4 - Planillas de inventario de fuentes fijas

Anexo 5 - Registro fotográfico

Anexo 6 – Cálculos de correcciones K de ajuste y resultados estadísticos

Anexo 7 - Planillas de campo

Anexo 8 - Consolidado de aforos vehiculares

Anexo 9 – Patrones de polaridad de sonómetros

Anexo 10 - Certificados de calibración de equipos

ANEXO 1

PRESENTACIÓN SOCIALIZACIÓN INICIAL



MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS



Noviembre de 2015



ELABORACIÓN DE UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN EL MUNICIPIO DE VILLAMARÍA – CALDAS.

Contrato 159 - 2015



INTRODUCCIÓN.

El ruido es uno de los principales problemas ambientales de la vida moderna y es inseparable de las actividades humanas, del crecimiento urbano y tecnológico. Para controlar este impacto ambiental, las normas nacionales e internacionales establecen un mínimo de confort acústico para la convivencia entre el hombre y el desarrollo industrial.

La definición más simple de ruido es la de sonido no deseado que produce una sensación desagradable. La diferencia entre sonido y ruido no es de tipo físico sino que depende del receptor, es decir, depende de cada individuo. Por esta razón, al tratar el problema del ruido nos enfrentamos a un problema que es difícilmente cuantificable por presentar un alto grado de subjetividad. Lo que es ruido para unas personas puede no serlo para otras.

A pesar de todo, existe cierto consenso sobre los límites por encima de los cuales el sonido pasa a ser desagradable y se convierte en ruido. Este consenso da lugar a la normativa existente en la actualidad que regula las emisiones de ruido procedente de actividades industriales o comerciales y los ruidos en ambiente laboral.

OBJETIVO GENERAL

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN EL
MUNICIPIO DE VILLAMARÍA – CALDAS.**



OBJETIVOS ESPECIFICOS

- I. Calcular y caracterizar las principales fuentes fijas y móviles generadoras de ruido en el casco urbano del municipio de Villamaría, Caldas.
- II. Definir de acuerdo con el inventario de fuentes fijas las áreas a evaluar según tipo de actividad (Entretenimiento, servicio y comercio, industrial y otras actividades) y densidad de fuentes generadoras de ruido.
- III. Realizar por medio de métodos matemáticos de modelación acústica los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo para el casco urbano del municipio de Villamaría, Caldas.
- IV. Identificar las zonas críticas debido a la contaminación sonora según uso de suelo y niveles reportados.
- V. Diseñar un plan de descontaminación orientado a la educación y concientización de este contaminante, dirigido hacia los sectores infractores y comunidad interesada.
- VI. Socializar los resultados con la comunidad interesada (centros educativos, infractores, entes ambientales)

NORMATIVIDAD



QUE NORMAS DE RUIDO EXISTENE EN COLOMBIA.



RESOLUCIÓN 8321 DE 1983 - MINISTERIO DE SALUD HOY PROTECCION SOCIAL

“Capítulo II, Artículo 17”

NIVELES SONOROS MÁXIMOS PERMISIBLES POR ZONAS RECEPTORAS

ZONAS RECEPTORAS	PERÍODO DIURNO 7:01 A.M - 9:00 P.M	PERÍODO NOCTURNO 9:01 P.M - 7:00 A.M
Zona I Residencial	65	45
Zona II Comercial	70	60
Zona III Industrial	75	75
Zona IV Tranquilidad	45	45



RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 MAVDT

ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO

SECTOR	SUBSECTOR	DÍA	NOCHE
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio y Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.		
	Zonas con usos institucionales		
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
	Residencia suburbana.		
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 MAVDT

ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO AMBIENTAL



SECTOR	CLASIFICACIÓN SUBSECTOR	NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB(A).	
		PERÍODO DIURNO 7:01 -21:00	PERÍODO NOCTURNO 21:01 - 7:00
SECTOR A. TRANQUILIDAD Y SILENCIO	Hospitales, bibliotecas, guardarias, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
SECTOR B. TRANQUILIDAD Y RUIDO MODERADO	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.		
	Universidades, escuelas, centros de estudio de investigación.	65	50
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
SECTOR C. RUIDO INTERMEDIO RESTRINGIDO	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centro comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, taller de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos y casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficina. Zona con usos institucionales	65	50
	Zonas con otros usos relacionados , como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías secundarias, vías principales	80	70
SECTOR C. ZONA SUBURBANA O RURAL DE TRANQUILIDAD Y RUIDO MODERADO	Residencias suburbana		
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	45
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Decreto No. 948/95 del Min. Ambiente : establece en su Art. 15 los niveles de ruido ambiental de acuerdo con la clasificación de zonas. Igualmente establece limitaciones a la generación del ruido ambiental (Artículos No. 48 al 56).

Decreto No. 854/01 – Alc. Bogotá : En su artículo 47, delega a las Alcaldías Locales el control de ruido ambiental en establecimientos de comercio abiertos al público dentro de su jurisdicción.

Resolución DAMA No. 185/99 : establece condiciones generales para la obtención de permisos de perifoneo en el Distrito Capital.

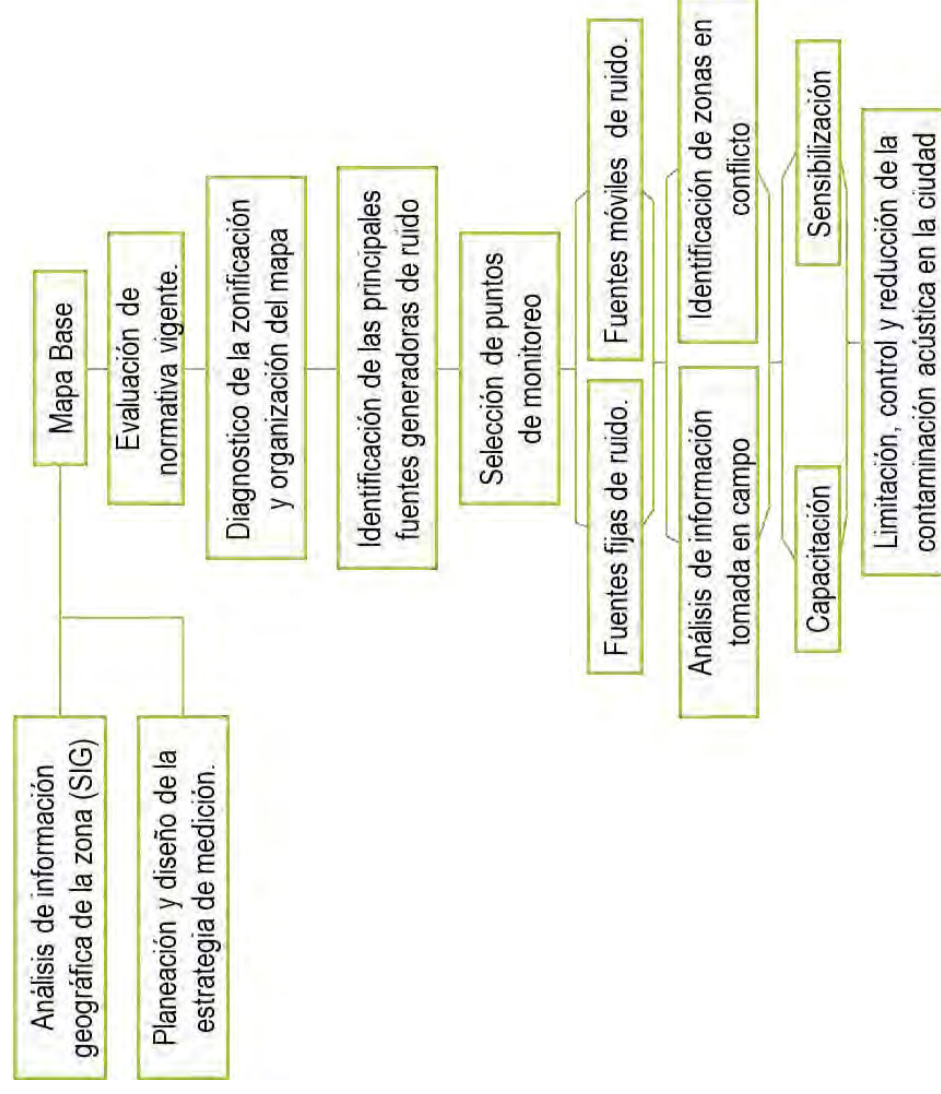
Resolución DAMA No. 832/00 : establece la clasificación empresarial por impacto sonoro UCR que permite valorar las industrias y establecimientos, respecto a su nivel de generación de ruido.

Código de Policía Bogotá – Acuerdo 079 de 2003 : problemas por perturbación auditiva relacionados a la convivencia ciudadana.

METODOLOGÍA

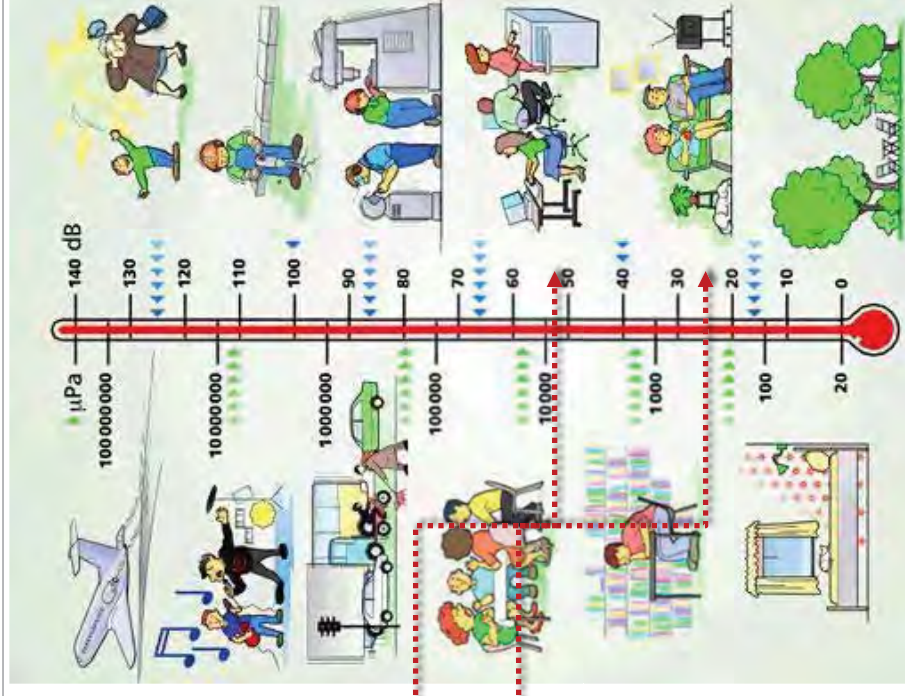


PROCESO DE EVALUACIÓN Y GENERACIÓN MAPAS DE RUIDO



ACTIVIDADES HUMANAS Y NIVELES SONOROS PRODUCIDOS

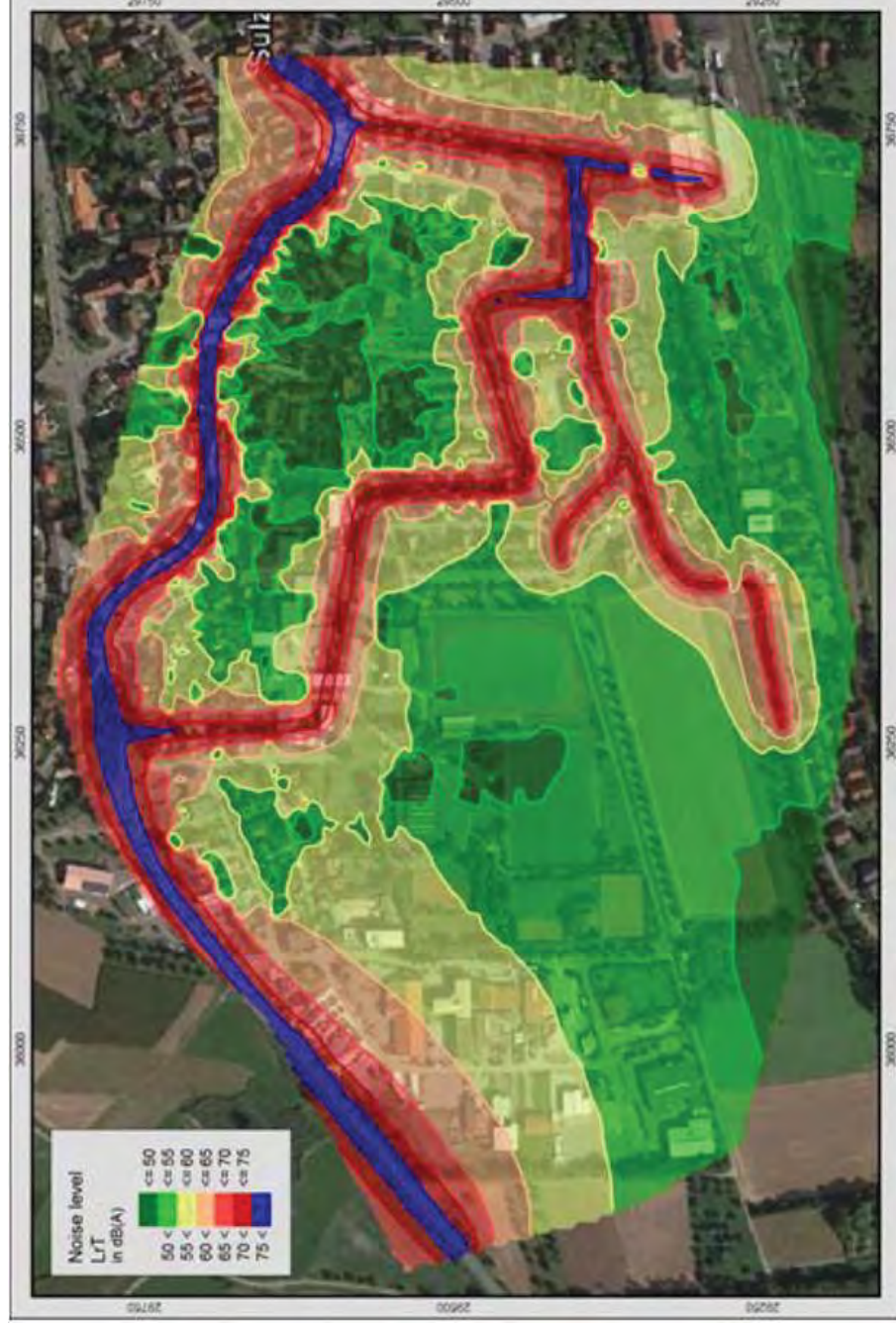
- Voz susurrada	20 dBA
- Ventilador de enfriamiento del computador	30 dBA
- Impresora laser	30 dBA
- Conversación telefónica	40 dBA
- Fotocopiadora	50 dBA
- Voz hablada	50 dBA
- Máquina de escribir eléctrica	60 dBA
- Tono de voz alta	60 dBA
- Máquina de escribir mecánica	70 dBA
- Ring del teléfono	70 dBA



CLASIFICACIÓN FUENTES GENERADORAS DE RUIDO POR ACTIVIDAD

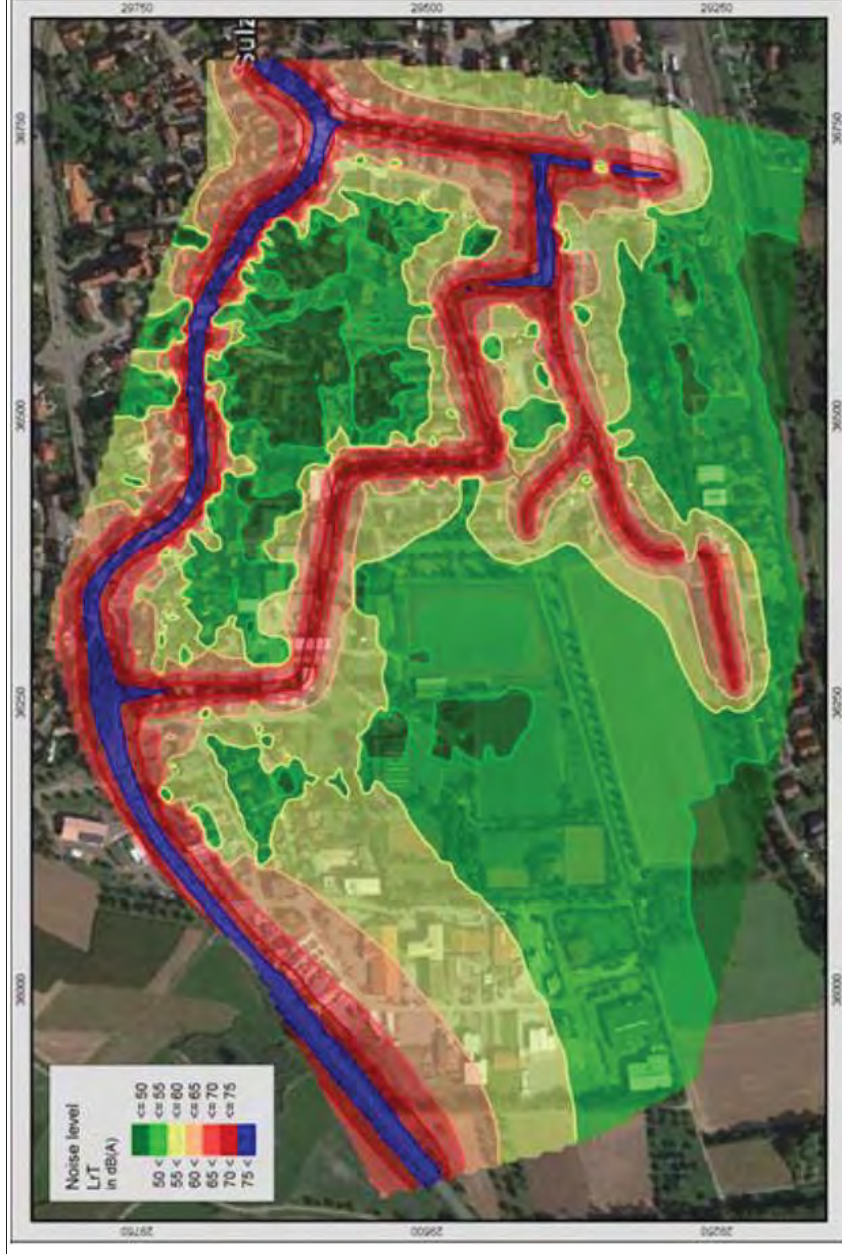


INTRODUCCIÓN A LOS MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO



Un Mapa Estratégico de Ruido tiene por objeto **evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada**, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o poder realizar predicciones globales para dicha zona.

El Mapa Estratégico de Ruido se convierte, por tanto, en la herramienta básica para el diagnóstico sonoro (total o parcial) de una ciudad sobre el que tomar decisiones futuras. También se establece esta herramienta como método para predecir el impacto acústico y las consecuencias sonoras de determinadas acciones, como las relacionadas con el diseño urbanístico, trazado de vías o espacios públicos, por poner algunos ejemplos. El mapa estratégico de ruido, como presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada, debe emplear el indicador de ruido nivel equivalente día-noche (Ldn), calculado a partir de datos medidos o estimado mediante un modelo de predicción.



GRUPO	ACTIVIDAD	CODIGO	TIPO DE ESTABLECIMIENTO
1	Entretención y Diversión	1.1	Zonas de Recreación
		1.2	Juegos de Rana, Tejo, Bingo, Billares.
		1.3	Bares y Bar Restaurante
		1.4	Licorerías y Tienda
		1.5	Discotecas
		1.6	Salones Comunes
		1.7	Clubes
2	Empresariales e Industrias	2.1	Industrias metal mecánica, textilera, farmacéutica, gas, etc.
		2.2	Talleres de Ornamentación, Carpintería
		2.3	Lavanderías, Auto lavado
		2.4	Panaderías
		2.5	Recicladoras
3	Actividades prestadoras de servicios y comercio	3.1	Educativos
		3.2	Salud
		3.3	Estaciones de servicio
		3.4	Alimentos
		3.5	Comunicaciones, Antenas de telecomunicaciones
		3.6	Mantenimiento de automotores, Taller Autos
		3.7	Transporte-embalaje
		3.8	Religiosos, Centros de culto
		3.9	Servicios varios, Ventas Comercio
4	Otras Actividades	4.1	Tráfico y despegue de aviones
		4.2	Maquinaria particular, Agro repuestos
		4.3	Otros, Electrificadoras, Entidades Públicas



QUE ACTIVIDADES DESARROLLA UN ESTABLECIMIENTO COMERCIAL?

Entretención y diversión:

- Zonas de recreación
- Juegos de tejo, rana, billares
- Bares y bar restaurante
- Licoreras y tiendas
- Discotecas
- Salones comunales
- Clubes



QUE ACTIVIDADES DESARROLLA UN ESTABLECIMIENTO COMERCIAL?

Empresariales e industriales:

- Industria metalmecánica, textilera, farmacéutica, gas, etc.
- Taller de ornamentación y carpintería.
- Lavandería.
- Panadería.
- Recicladoras.



QUE ACTIVIDADES DESARROLLA EL ESTABLECIMIENTO COMERCIAL?

Actividades prestadoras de servicio y comercio:

- Educativo.
- Salud.
- Bancarios.
- Alimentos.
- Comunicación, antenas de telecomunicaciones.
- Mantenimiento de automotores, taller.
- Transporte-embalaje.
- Religiosos
- Servicios varios.



QUE ACTIVIDADES DESARROLLA EL ESTABLECIMIENTO COMERCIAL?

Otras actividades:

- Trafico y despegue de aviones
- Maquinaria particular
- Electrificadora
- molinos



EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD HUMANA



EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE LAS PERSONAS

Malestar



- Sensación de rabia, depresión, intranquilidad, perturbación.

Interferencia comunicación



- El índice de malestar depende de la intensidad, de las características de emisión, tiempo de permanencia, horario de generación, el número de impactos, actividad del receptor.

Concentración rendimiento



- La inteligibilidad de la palabra debe superar en 15 dB al ruido de fondo, ruidos superiores a 45 interfieren la comunicación.
- Ruido de fondo interfiere con la concentración, reduce el rendimiento.

EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE LAS PERSONAS

Trastornos del sueño



La dificultad de conciliar el sueño. OMS 35 dB se interfiere el sueño y 45 dB lo perturba.

El estrés y consecuencias

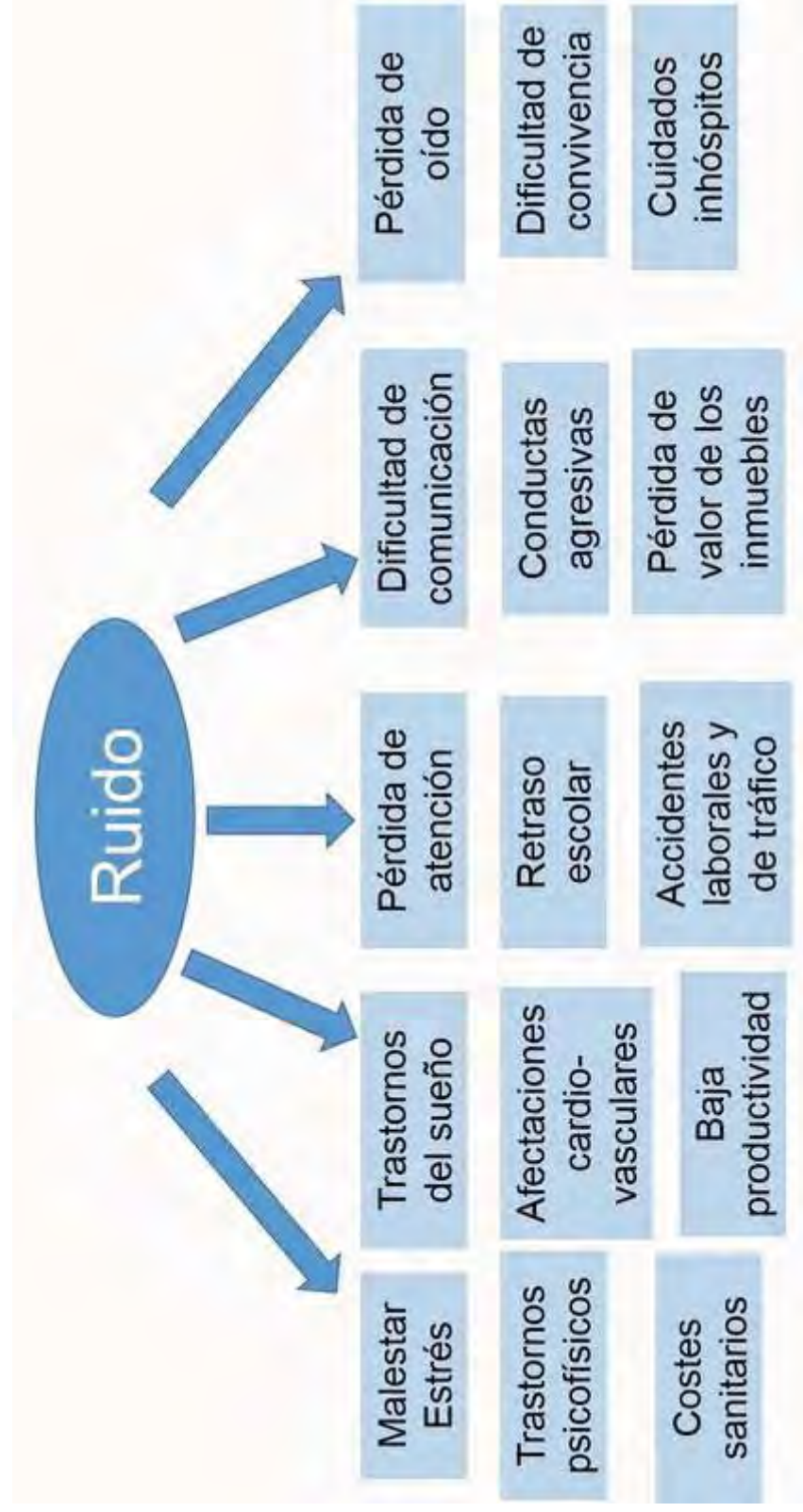


El estrés de trabajo sigue cuando las exigencias del trabajo no igualan las capacidades, los recursos, o las necesidades del trabajador.

Cansancio crónico, insomnio, cambios en la conducta, agresividad, trastornos psicológicos



EFFECTS OF NOISE ON PEOPLE



MUCHAS
GRACIAS...



ANEXO 2

CARTAS DE INVITACIÓN SOCIALIZACIÓN INICIAL



MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS



Noviembre de 2015

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Señora
Angélica Giraldo N.
Alcaldía municipal
Villamaría, Caldas.

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015
HORA: 5 PM
LUGAR: SALON CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA
PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ
CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico jparistizabalq@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.

p.j.g
22.09.2015
S. Gobierno
McEgarric

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Señor
Hugo Gil
Hospital San Antonio
Villamaría, Caldas.

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015
HORA: 5 PM
LUGAR: SALÓN CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA
PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ
CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico jparistizabal@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.

		E.S.E. Hospital Departamental	
San Antonio		Villamaría - Caldas	
No. 1850	Disp. ☐	Rec. ☒	
Fecha: 22-Sep-2015			
Hora: 16:30			
Participa por: <u>Jesica Arroyave</u>			
Firma: <u>Verencia</u>			

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Arquitecta
Carolina Zuluaga Jaramillo
Dpto. de Planeación
Alcaldía Municipal
Villamaría, Caldas.

*Recabi
Rec del 10/09/15
09-22-15
H: 06:00 a.m.*

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015

HORA: 5 PM

LUGAR: SALON CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA

PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ

CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico iparistizabal@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Señor
Augusto Valencia Ramírez
Hospital San Antonio
Villamaría, Caldas.

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015
HORA: 5 PM
LUGAR: SALON CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA
PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ
CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico jparistizabal@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.

E.S.E. Hospital Departamental	
San Antonio	
Villamaría - Caldas	
No. 1857	Disp. ☐ ☒
Fecha: 22-SEP-2015	
Hora: 16:38	
Transmitido por: <u>Jesica Arroyave</u>	
Pase a: <u>Gerencia</u>	

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Señor
Gerardo Ramírez Gómez
Aquamana ESP
Villamaría, Caldas.

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

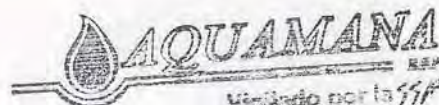
FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015
HORA: 5 PM
LUGAR: SALON CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA
PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ
CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico jparistizabal@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.


Validado por la SSP
RADICACIÓN DE DOCUMENTOS
Fecha: **22 SEP 2015**
Hora: **3:07 PM**
Recibido por: *[Handwritten signature]*

DI-AD-CO-2015296
PEQ85

Villamaría, 21 de Septiembre de 2015

Señor
Jorge A. Aristizabal V.
Aquamana ESP
Villamaría, Caldas.

Ref.: Carta invitación socialización proyecto ambiental Corpocaldas.

Cordial saludo.

La presente con el fin de informarles que nuestra empresa **eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.**, ha sido contratada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, para realizar mediciones de ruido ambiental en Villamaría y la elaboración del plan de descontaminación por ruido.

Estamos realizando dichas mediciones en diferentes barrios del municipio y queremos que ustedes estén al tanto de los trabajos que estamos llevando a cabo, razón por la cual los estamos invitando a una reunión de socialización en la que les estaremos dando información detallada de todo lo relacionado con este proyecto.

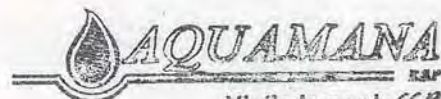
FECHA DE LA REUNIÓN: SEPTIEMBRE 24 DE 2015
HORA: 5 PM
LUGAR: SALON CONSEJO MUNICIPAL – 2do PISO ALCALDÍA
PERSONA CONTACTO: MARCO ALEJANDRO TÉLLEZ
CELULAR: 3002978473

Cualquier duda o información adicional por favor comunicarse al correo electrónico jparistizabal@equalambiental.com o a los datos de contacto que aparecen al pie de página. De antemano gracias por su atención y colaboración.

Cordial saludo,



Juan Pablo Aristizabal G.
Coordinador de Proyectos
Celular: 3005522055
eQual Consultoría y Servicios Ambientales S.A.S.


Vigilado por la SSP
RADICACIÓN DE DOCUMENTOS
22 SEP 2015
Fecha: _____
Hora: 3:07 PM
Recibido por: *J. Aristizabal*

ANEXO 3

LISTADO DE ASISTENCIA SOCIALIZACIÓN INICIAL



MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS



Noviembre de 2015



CAPACITACIONES O DIVULGACIONES

Codigo: FO-CA-08

Version: 02

Vigencia: 22/11/2013

Tema:

Fecha:

Proyecto:

Nombre capacitador:

Objetivo:

Hora ingreso:

Hora salida:

Nombre	Cargo	Firma
Gloria Esperanza Perez	Contratista Ambiental	Gloria Esp. JBA
Maria Elva Alvarado	Area Ambiental	Maria Elva Alvarado
Paola Andrea Norvaz	Profesional de Apoyo Ef. Ambiental	Paola Norvaz
Jorge A. Linares	Agua	Jorge A. Linares
ROBERTO RAMIREZ	Agua	ROBERTO RAMIREZ
Jorge Lino Morano	Presidente J.A.C. Vilagor	Jorge Lino Morano
Donata Suballos M	Verdura	Donata Suballos M
MATEO OROZCO OROZCO	Tecnologo en control ambiental	MATEO OROZCO
Luis Fernando Montoya	Voluntario Cruz Roja	Luis Fdo Montoya
JEFFERSON SANCHEZ ALVAREZ	Contratista Compromiso Ambiental	JEFFERSON SANCHEZ
Norman Humberto Lopez R	Contratista Area Ambiental	Norman Humberto Lopez R
Alejandro Obando	Presidente A.C.T.	Alejandro Obando
Oscar Gonzalez	Pres.	Oscar Gonzalez
Pro. Hermana C. P.	Inspector. Policia	Pro. Hermana C. P.
Elvira Aguado Castillon	Judicante Ins Policia	Elvira Aguado C.

Observaciones:

ANEXO 4

PLANILLAS DE INVENTARIO DE FUENTES FIJAS



MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS



Noviembre de 2015

Grupo 1

CÓDIGO	ACTIVIDAD	NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	COMUNA	BARRIO	DIRECCIÓN	COORDENADAS	
							ESTE	NORTE
1 3.1	Pre. Serv	Ins. Ed. San Pedro Claver	Educativo			CL 8ª Cr 4 Esq.	75°30'46.004"	5°2'45.5892"
2 3.4	Pre. Serv	Supermercado Villamaria	Alimentos			CL 8ª N° 4-48	75°30'45.61"	5°2'45.0641"
3 1.3	En y Div	Tienda Fonda El Cafetal	Bar Restav.			CL 8ª N° 4	75°30'46.35"	5°2'44.92"
4 1.7	"	Academia de Billar Club Master	Bingo, Billar, Club			CL 8ª Cr 5 Esq. 2° 200	75°30'46.35"	5°2'44.7252"
5 1.3	"	Bar Restaurante Super Chorizo	Bar Restav.			CL 8ª Cr 5 Esq.	75°30'46.348"	5°2'44.7252"
6 3.4	Pre. Serv	Supermer Suifimax	Alimento			Cr 5 N° 8-	75°30'45.7776"	5°2'42.9684"
7 1.3	En y Div	Academia Billar Classico	Bar y Billar			Cr 5 N° (CL 4) Esq.	75°30'44.5176"	5°2'42.18"
8 3.8	Pre. Serv	Panaderia Nuestra Señora del Ros	Centro de Culto			CL 9 Cr 5 Esquina	75°30'44.5356"	5°2'42.6516"
9 4.3	En. Pública	Alcaldia Mpal.	En. Publicas.			Cr 4 CL 9 Esq.	75°30'42.9136"	5°2'44.0844"
10 3.7	Pre. Serv	Cable Arco	Transp.			Cr 4 N° 8-23	75°30'43.9344"	5°2'45.4164"
11 3.1	Pre. Serv	Casa de la Cultura	Educativo			Cr 4 CL 8 Esq.	75°30'44.928"	5°2'46.4172"
12 1.5	Ent y Div.	Biblioteca la 33	Discoteca			Cr 1 Puente	0841903	1049347
13 1.5	Ent y Div.	Havi. Tequeros	Discoteca			Cr 1 Puente	75°30'10.8758"	5°2'28.9322"
14 2.1	Em e Indus	EME	Ind. Metal Mec.			Cr 1 Puente	75°30'10.2204"	5°2'29.3532"
15 1.3	Ent y Div.	Nilla Plaza	Bar Rest.			Cr 1 Via V.M.	75°30'20.79"	5°2'31.4196"
16 1.3	Em y Div	Rest. El Guadual	Rest.		La Portona	CL 15 N° 206	75°30'26.2404"	5°2'35.2104"
17 3.1	Re y Serv	Colegio del Rosario	Educativo			Cr 5 N° 13-25	75°30'35.0352"	5°2'33.3132"
18 3.4	Pre y Serv.	Supermercado Maero Villa	Alimento		El Cruzero	Cr 5 N° 12-14	75°30'37.7904"	5°2'36.9652"
19 3.4	Pre p. So.	Supermer El Cruzero	Alimento		El Cruzero	Cr 5 N° 12-06	75°30'38.268"	5°2'36.5748"
20 3.4	Pic. Ser	El Rebajon Supermer	Alimento			Cr 5 N° 9-43	75°30'43.5024"	5°2'41.0836"
21 1.3	En y Div.	Bar Catetonia El Bohio	Bar			Cr 5 N° 9-12	75°30'44.442"	5°2'41.8776"
22 1.3	En y Div	Fortuna	Bar			Cr 5 N° 9-08	75°30'44.7912"	5°2'42.1368"
23 2.4	Em e Indus	Panaderia la France	Panaderia			Cr 5 N° 9-02	75°30'44.496"	5°2'42.4356"

Grupa 4

[illegible]

Grupo N° 2.

CÓDIGO	ACTIVIDAD	NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	COMUNA	BARRIO	DIRECCIÓN	COORDENADAS	
							ESTE	NORTE
1 3.8	3	Casa Monjas	Religioso	Parque Principal	Cr 4	8-05	00840865	01049931
2 3.1	3	Colegio San Pedro	Educativos	Parque Principal	Calle 8	04-03	00840840	01049930
3 3.9	3	Supermercado Villamaria.	Ventas Comercia	Parque Principal	Calle 8	4-44	00840821	01049909
4 3.1	3	Liceso infantil Angeles.	Educativos	Parque Principal	Calle 8	4-22	00840821	01049909
5 4.3	4	Casa de la cultura	Entidades publicas.	Parque Principal	Cr 4	7-52	00840834	01049950
6 4.3	4	Teatro municipal	Entidades Publicas	Villamaria Centro	Cr 4	7-40	00840834	01049950
7 3.8	3	Funeraria y Capillas Aurora.	Religioso	Villamaria Centro	Cr 4	7-33	00840834	01049950
8 1.1	1	Tres palmas	Zona Recreación		Palmeral	CL 79. 3A-09	00840827	01050021
9 1.2	1	Club ajedrez en Roque.	Juegos MESA	Villamaria	Centro	Calle 8.	Cr 41.	00840834
10 2.1	2	Remontadora	Textilera.		Villa Juanita	Cr 3	7-09.	00840918
11 4.3	4	Palacio Justicia.	Entidades publicas		Conjunto Entim.	CL 8	2-69.	00840914
12 1.1	1	Villa cinco	Zona Recreación	Villa cinco		Cr 26	7-52	00840907
13 1.1	1	Cancha Grapanes.	Zona Recreación		Grapanes	Cr 2	Call 8	00840977
14 1.1	1	Cancha villa Juanita	Zona Recreación	Villa Juanita		CL 79	Cr 1	00840976
15 3.1	3	Instituto villamaria	Educación	Villa Juanita		Cr 3	5-6	00840865
16 3.8	3	Salon del reino de los testigos Jehova	Religion	Villa Juanita		CL 6	2-53	00840976
17 3.1	3	Hogar infantil villamaria.	Educativo.	Villa 4		Cr 3	a.s.	00840697
18 3.1	3	Colegio Santa Luisa.	Educativo.	Villa 4		Cr 4	4015	00840697
19 4.3	4	Bomberos	Entidades publicas	Sector Bomberos.		Cr 5	CL 5	00840858
20 4.3	4	ETB.	Entidades publicas	Sector Bomberos.		Cr 5	5-26	00840812
21 3.9	3	Palmar las nereidas	Servicios varios Ventas comercio	Villamaria Centro		CL 6	12-23	00840847
22 4.3	4	HOSPITAL SAN ANTONIO VILLAMARIA.	Entidades Publicas	Pol. Defectivo		Cr 6	5-68	00840892
23 3.6	3	CENTRO LOGISTACION SERVICIOS.	MANTENIMIENTO AUTOMOBILES.	MONTA LUNTAS		Cr 7	6-06	00840826

CÓDIGO	ACTIVIDAD	NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	COMUNA	BARRIO	DIRECCIÓN	COORDENADAS	
							ESTE	NORTE
24	2	CHARRERÍA VILLA DIANA	RECICLADORAS		VILLA DIANA	CR 7 6-34	00840566	01049835
25	2	DOCLADORA	INDUSTRIA METALMECANICA		VILLA DIANA	CR 7 6-34	00840566	01049835
26	2	ETERNIT	INDUSTRIA METALMECANICA		VILLA DIANA	CR 7 6-34	00840566	01049835
27	3	IGLESIA JESUCRISTO DE LOS SANTOS DE LOS OLIVOS	RELIGIOSO		VILLA DIANA	CR 7 6-34	00840566	01049835
28	3	GERARDO ARIAS RAMIREZ	EDUCATIVOS		VILLA DIANA	CR 8 S-58	00840584	01049824
29	1	VILLA DIANA	ZONA RECREACION		VILLA DIANA	CR 8 S-58	00840584	01049824
30	1	GERARDO ARIAS R. PRIMARIA	EDUCATIVOS		VILLA DIANA	CR 8 S-58	00840584	01049824
31	2	LAVADERO	AUTO LAVADO		VILLA DIANA	CR 9 3-26	00840584	01049824
32	3	DIGITEX	COMUNICACIONES		VILLA DIANA	CR 7 5-16	00840584	01049824
33	2	TALLER CI PUENTE	INDUSTRIA METALMECANICA		VILLA DIANA	CR 3A 9-30	00840584	01049824
34	3	CENTRO INFANTIL SEMILLAS	EDUCATIVOS		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 S-33	00840584	01049824
35	3	NIÑO INFANTIL PEBBLES	EDUCATIVOS		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 7-42	00840584	01049824
36	3	SAN JOSE DE TARDES	RELIGIOSO		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 6-70	00840584	01049824
37	3	PAUTORAS EVERY	VENTAS COMERCIO		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 6-17	00840584	01049824
38	1/3	ORTEC - SALON EVENTOS	SERVICIOS VARIOS		VILLAMARIA VIEJO	CR 6 7-73	00840584	01049824
39	3	OLIMPICA	ALIMENTOS		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-39	00840584	01049824
40	1	BOY CAFETERIA MICHICO	BARES		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-20	00840584	01049824
41	1/1	BIBO / RESTAURANTE CINO	RESTAURANTE / BIBE		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-21	00840584	01049824
42	1	DONDE CACHE	BARES		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
43	3	SECTOR COMERCIAL	VENTAS COMERCIO		VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
44					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
45					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
46					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
47					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
48					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
49					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
50					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
51					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
52					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
53					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
54					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
55					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
56					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
57					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
58					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
59					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
60					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
61					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
62					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
63					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
64					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
65					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
66					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
67					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
68					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
69					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
70					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
71					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
72					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
73					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
74					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
75					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
76					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
77					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
78					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
79					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
80					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
81					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
82					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
83					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
84					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
85					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
86					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
87					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
88					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
89					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
90					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
91					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
92					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
93					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
94					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
95					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
96					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
97					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
98					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
99					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824
100					VILLAMARIA VIEJO	CR 8 5-02	00840584	01049824

Grupo B

CÓDIGO	ACTIVIDAD	NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	COMUNA	BARRIO	DIRECCIÓN	COORDENADAS	
							ESTE	NORTE
1(1)	Entferimiento y D.	MEFTALA.	1.4. locales y tiendas		Palmar	calle 3 esquina 860	00840607	01049632
1(2)	Entferimiento y D.	PAPELERA.	1.4. papel tienda		Palmar	calle 3 esquina 860	00840607	01049672
1(13)	Entferimiento y D.	Nicola maos	1.4. locales y tiendas		Palmar	das 7-05	00840530	01049734
1(14)	Entferimiento y D.	Tienda	1.4. locales y tiendas		Palmar	das 7-02	00840533	01049736
1(15)	Entferimiento y D.	Tienda	1.4. locales y tiendas		Palmar	das 6-52	00840533	01049739
3(16)	Act. prestables serv.	Barberia	3.9 servicios varios		G. ARA	das 6-75	00840523	01049738
3(17)	Act. prestables serv.	Alta mira.	3.4 Alimentos		G. ARA	das 6-06	00840466	01049791
3(18)	Act. prestables serv.	colegio G. ARA	3.1 educativos		G. ARA	das 5-36	00840433	01049820
1(19)	Entferimiento y D.	Parque de los estudiantes	1.1 Zona de recreación		G. ARA	calle 3, entre da 8 y 9.	00840356	01049857
3(110)	Act. prestables serv.	Taller	3.6 mantenimiento autom.		G. ARA	calle 5 8-30	00840350	01049916
3(111)	Act. prestables serv.	Taller auto.	3.6 mantenimiento autom.		capilla.	das 4-71	00840316	01049901
2(112)	Empresa e industria	Zona industrial colof 7.	2.1 metalmeccanica, textil.		capilla.	calle 3, entre da 9 y 10.	00840116	01049986
3(113)	Act. prestables serv.	Escuela Rafael Pombo	3.1 educativos		Palmera	calle 1A. 17A esquina	00839876	01049885
3(114)	Act. prestables serv.	Parque las neblinas	3.6 mantenimiento aut.		Palmera.	calle 3 13A-40	00839843	01049724
3(115)	Act. prestables serv.	Parqueadero Sidero S.A	3.7 transporte.		Florida	das 6A-03	00839766	01049446
1(116)	Entferimiento y D.	carra TEJO - playita	1.2. Zona para, TEJO		VEREDA FLORIDA	VIA 11A. das	00840029	01049100
1(117)	Entferimiento y D.	carra TEJO - Bombazo	1.2. Zona para, TEJO		VEREDA FLORIDA	Bombazo	00840122	01049347
3(118)	Act. prestables serv.	JARDIN W F chiquitines	3.1 educativos		Palmera.	calle 16-02	00839959	01049539
1(119)	Entfer. y D.	Parque las garzas	1.1 Zona recreación		Palmera	entre da 17 y 16	00839993	01049600
1(120)	Entfer. y D.	Tienda entre PUES	1.5 librerias.		Palmera	calle 4 16B-12.	00839897	01049636
1(121)	Entfer. y D.		1.5 librerias.		Palmera.	calle 4 15-16	00840016	01049647
3(122)	Act. prestables serv.	SE MARIAMBA PHOENIX	3.9. servicios varios		Palmera	calle 4 16B-10	00839904	01049652
3(123)	Act. prestables serv.	Asadero palmera	3.4 Alimentos		Palmera	calle 4 16-03	00839961	01049640

ANEXO 6

CÁLCULOS DE CORRECCIONES K DE AJUSTE Y RESULTADOS ESTADÍSTICOS



MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO EN VILLAMARÍA, CALDAS



Noviembre de 2015

Cálculo de constantes por componentes tonales e impulsivos y resultados estadísticos.

DÍA	PUNTO No.	FECHA Y HORA	NIVELES dB(A)				DIFERENCIA Li	CORRECCIÓN		LRAeq,T dB(A)	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ESTADÍSTICOS								
			LMAX	LMIN	Leq AT	Leq AI		KI dB(A)	KT dB(A)			MA	S	LC	LI	LS	CV	EM	ET	
1	RA 1	23/09/2015 18:08	TOTAL	110,7	29,6	69,1	75,0	5,9		70,89	244,00	63,56	8,32	1,75	67,34	70,84	0,03	1,04	1,45	
			DÍA	110,7	29,6	70,9	80,1	9,2	6	0	76,89	141,00	68,08	6,40	1,52	69,37	72,41	0,02	1,06	1,46
			NOCHE	88,3	36,3	66,2	72,9	6,7	6	6	72,25	105,00	56,27	10,22	3,78	62,47	70,03	0,07	1,96	2,20
			TOTAL	113,7	29,6	89,6	89,7	0,0	-	-	92,14	258,00	65,47	7,03	1,30	88,31	90,91	0,02	0,86	1,32
	RA 2	23/09/2015 18:38	DÍA	113,7	45,8	92,1	95,4	3,2	3	6	98,14	144,00	68,92	5,40	1,17	90,96	93,31	0,02	0,88	1,33
			NOCHE	90,4	29,6	65,9	72,6	6,7	6	0	71,89	114,00	61,10	8,60	2,71	63,19	68,60	0,04	1,58	1,87
			TOTAL	110,7	36,4	77,0	80,8	3,8	-	-	78,58	233,00	66,83	12,20	3,46	73,52	80,44	0,05	1,57	1,86
			DÍA	110,7	54,3	78,6	84,8	6,3	6	0	84,58	126,00	75,68	9,70	3,15	75,43	81,73	0,04	1,69	1,97
	RA 3	23/09/2015 18:25	NOCHE	90,4	53,0	73,7	79,2	5,5	3	0	76,75	107,00	56,41	14,55	7,06	66,69	80,80	0,13	2,76	2,93
			TOTAL	108,8	36,4	67,4	74,1	6,8	-	-	68,00	264,00	60,92	8,76	1,83	65,53	69,19	0,03	1,06	1,45
DÍA			91,0	0,0	68,0	75,8	7,8	6	6	74,00	153,00	66,10	7,14	1,73	66,27	69,73	0,03	1,13	1,51	
NOCHE			108,8	23,1	66,3	79,0	12,7	6	6	72,29	111,00	53,79	12,35	5,14	61,15	71,43	0,10	2,30	2,51	
2	RA 5	23/09/2015 18:18	TOTAL	98,0	35,3	70,9	74,8	3,9	-	72,40	314,00	66,91	8,22	1,51	69,35	72,37	0,02	0,91	1,35	
			DÍA	98,0	46,0	72,4	80,0	7,6	6	0	78,40	170,00	71,56	5,34	1,06	71,34	73,46	0,01	0,80	1,28
			NOCHE	94,8	35,3	67,8	70,8	3,0	3	0	70,81	144,00	180,60	10,60	3,44	64,38	71,25	0,02	1,73	2,00
			TOTAL	93,1	30,5	68,2	73,0	4,7	-	-	69,27	250,00	63,61	9,22	2,05	66,16	70,26	0,03	1,14	1,52
	RA 6	24/09/2015 18:35	DÍA	93,1	38,1	69,3	77,0	7,7	6	0	75,27	146,00	67,56	5,62	1,23	68,03	70,50	0,02	0,91	1,35
			NOCHE	94,8	35,3	69,4	74,4	5,0	3	0	72,44	104,00	85,39	12,43	5,37	64,07	74,81	0,06	2,39	2,59
			TOTAL	86,5	27,9	57,8	63,9	6,1	-	-	60,20	263,00	53,52	7,05	1,29	56,48	59,06	0,02	0,85	1,31
			DÍA	86,5	43,1	60,2	68,6	8,4	6	0	66,20	130,00	67,79	5,92	1,41	58,79	61,61	0,02	1,02	1,43
	RA 7	24/09/2015 18:22	NOCHE	86,4	27,9	52,1	65,8	13,8	6	0	58,06	133,00	39,58	7,93	2,19	49,86	54,25	0,06	1,35	1,68
			TOTAL	96,5	28,3	64,8	68,8	4,1	-	-	66,31	254,00	60,12	9,22	2,04	62,73	66,80	0,03	1,13	1,51
DÍA			96,5	39,2	66,3	74,0	7,7	6	0	72,31	146,00	65,30	5,85	1,31	65,00	67,61	0,02	0,95	1,38	
NOCHE			85,1	28,3	61,0	67,4	6,3	6	0	67,04	108,00	53,13	8,94	2,97	58,07	64,01	0,06	1,69	1,96	
RA 8	24/09/2015 18:35	TOTAL	94,3	26,5	63,3	68,7	5,4	-	64,83	257,00	59,79	8,08	1,62	61,72	64,97	0,03	0,99	1,41		
		DÍA	91,9	43,9	64,8	73,6	8,8	6	6	70,83	152,00	63,84	8,49	2,29	62,54	67,13	0,04	1,35	1,68	

RA 10	24/09/2015 18:25	NOCHE	94,3	26,5	59,4	69,1	9,6	6	0	65,44	105,00	53,93	8,02	2,51	56,93	61,95	0,05	1,53	1,83
		TOTAL	92,7	35,3	60,5	65,8	5,4	-	-	61,92	273,00	54,64	10,68	2,53	57,93	62,98	0,05	1,27	1,61
		DIA	92,7	40,0	61,9	71,6	9,7	6	0	67,92	156,00	59,84	10,27	3,12	58,80	65,05	0,05	1,61	1,90
RA 11	25/09/2015 18:21	NOCHE	85,6	35,3	57,1	65,7	8,6	6	0	63,10	117,00	47,70	12,10	4,82	52,28	61,92	0,10	2,19	2,41
		TOTAL	104,1	37,1	73,7	77,9	4,2	-	-	79,79	254,00	71,17	5,30	0,86	72,80	74,52	0,01	0,65	1,19
		DIA	104,1	47,3	75,1	82,3	7,2	6	0	81,09	146,00	76,35	3,82	0,73	74,36	75,82	0,01	0,62	1,18
RA 12	25/09/2015 18:23	NOCHE	96,2	37,1	70,4	76,1	5,6	3	0	73,43	108,00	64,17	6,73	1,88	68,56	72,31	0,03	1,27	1,62
		TOTAL	105,0	22,9	71,8	74,2	2,4	-	-	79,75	258,00	69,55	5,60	0,92	70,87	72,71	0,01	0,68	1,21
		DIA	105,0	46,7	73,1	79,2	6,2	6	0	79,07	167,00	72,58	3,55	0,62	72,45	73,69	0,01	0,54	1,14
RA 13	25/09/2015 18:25	NOCHE	85,7	22,9	67,5	70,5	3,0	3	0	70,47	91,00	63,98	8,03	2,71	64,77	70,18	0,04	1,65	1,93
		TOTAL	93,2	32,0	63,7	67,1	3,5	-	-	78,59	268,00	59,37	7,87	1,53	62,13	65,18	0,03	0,94	1,37
		DIA	93,2	41,8	65,0	72,3	7,4	6	0	70,98	151,00	63,66	5,38	1,14	63,84	66,12	0,02	0,86	1,32
RA 14	25/09/2015 18:54	NOCHE	91,5	32,0	61,0	67,3	6,3	6	0	66,97	117,00	53,82	10,17	3,55	57,42	64,52	0,07	1,84	2,10
		TOTAL	95,0	30,5	68,0	70,9	2,9	-	-	79,50	250,00	64,03	8,39	1,75	66,24	69,74	0,03	1,04	1,44
		DIA	95,0	44,9	69,8	75,1	5,3	3	6	75,84	133,00	76,95	5,53	1,26	68,58	71,10	0,02	0,94	1,37
RA 15	25/09/2015 18:04	NOCHE	90,1	30,5	64,0	70,7	6,7	6	0	69,98	117,00	49,34	10,69	3,87	60,11	67,86	0,08	1,94	2,18
		TOTAL	102,4	35,3	71,8	71,8	0,0	-	-	77,53	269,00	69,38	5,16	0,80	70,95	72,56	0,01	0,62	1,18
		DIA	102,4	48,1	72,9	79,9	7,0	6	0	78,88	157,00	71,74	3,51	0,63	72,25	73,51	0,01	0,55	1,14
RA 16	26/09/2015 18:34	NOCHE	96,7	35,3	69,4	75,1	5,6	3	0	72,43	112,00	66,07	6,76	1,86	67,58	71,29	0,03	1,25	1,60
		TOTAL	91,7	35,2	65,4	65,4	0,0	-	-	76,12	256,00	65,43	4,88	0,76	64,62	66,14	0,01	0,60	1,17
		DIA	91,7	43,8	68,0	75,4	7,4	6	0	73,98	146,00	67,35	3,05	0,55	67,42	68,53	0,01	0,49	1,12
RA 17	26/09/2015 18:29	NOCHE	90,2	35,2	65,8	72,3	6,5	6	0	71,81	110,00	62,88	6,48	1,76	64,05	67,57	0,03	1,21	1,57
		TOTAL	92,0	35,5	64,5	64,5	0,0	-	-	76,84	257,00	62,62	4,74	0,73	63,75	65,21	0,01	0,58	1,16
		DIA	87,3	41,6	65,6	72,9	7,2	6	0	71,64	150,00	65,02	3,41	0,62	65,02	66,27	0,01	0,55	1,14
RA 18	26/09/2015 18:04	NOCHE	92,0	35,5	62,0	69,1	7,1	6	0	68,03	107,00	59,26	6,03	1,60	60,43	63,63	0,03	1,14	1,52
		TOTAL	104,1	30,5	70,5	70,5	0,0	-	-	71,68	253,00	66,58	6,42	1,14	69,40	71,68	0,02	0,79	1,27
		DIA	93,2	36,5	68,6	74,6	6,0	6	0	74,64	146,00	72,60	2,99	0,54	68,10	69,18	0,01	0,48	1,11
RA 19	26/09/2015 18:31	NOCHE	104,1	30,5	72,2	78,5	6,3	6	0	78,25	107,00	58,36	9,16	3,11	69,14	75,36	0,05	1,74	2,00
		TOTAL	115,7	44,4	80,5	80,5	0,0	-	-	82,98	256,00	64,17	3,71	0,53	80,00	81,06	0,01	0,45	1,10
		DIA	115,7	44,7	82,8	86,8	4,0	3	6	88,83	150,00	65,65	4,05	0,78	82,05	83,60	0,01	0,65	1,19
4		NOCHE	82,0	44,4	62,7	67,0	4,3	3	0	65,69	106,00	62,08	3,00	0,64	62,05	63,33	0,01	0,57	1,15

RA 20	26/09/2015 18:44											70,85	271,00	58,44	7,81	1,50	65,13	68,12	0,03	0,93	1,37			
	TOTAL	84,9	45,3	66,6	66,6	0,0	-	-	-	-														
	DIA	84,9	45,3	68,7	75,1	6,4	6	0	0	74,69														
	NOCHE	73,1	45,6	54,0	59,1	5,1	3	0	0	57														

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Palabras clave:

- LMAX:** Nivel máximo de los máximos registrados.
- LMIN:** Nivel mínimo de los mínimos registrados.
- LEQ, AT:** Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A con respuesta lenta.
- LEQ, AI:** Nivel continuo equivalente ponderado A con respuesta impulsiva.
- Li:** Diferencia de niveles entre LEQ, AT y LEQ, AI.
- KI dB(A):** Corrección por componentes impulsivos en dB (A).
- KT dB(A):** corrección por componentes tonales en dB (A).
- LRAeq,T dB(A):** Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A.
- MA:** Media aritmética.
- S:** Desviación estándar.
- LC:** Límite central.
- LI:** Límite inferior.
- LS:** Límite superior.
- CV:** Coeficiente de variación.
- EM:** Error muestral.
- ET:** Error total.

Análisis por frecuencias componente 1

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 1																	Diferencia mayor
		20 Hz	Dif	25 Hz	Dif	31,5 Hz	Dif	40 Hz	Dif	50 Hz	Dif	63 Hz	Dif	80 Hz	Dif	100 Hz	Dif	125 Hz	
RA 1	DÍA	82,0	-1,2	70,3	-3,9	60,9	-1,3	59,2	-0,4	60,1	1,5	61,7	-0,5	60,4	-0,2	60,0	0,7	60,0	1,5
	NOCHE	110,2	-7,9	91,3	16,9	88,1	-22,1	51,2	3,0	58,4	-2,1	59,7	3,8	65,3	-2,0	63,3	5,5	65,2	16,9
RA 2	DÍA	64,3	-0,2	64,3	-0,2	64,6	0,0	65,3	0,6	66,1	0,0	65,8	-0,5	64,1	0,0	63,2	0,2	62,4	0,6
	NOCHE	63,6	-0,3	63,3	-0,4	63,5	0,2	64,6	0,6	65,4	0,5	64,8	-0,7	63,3	0,3	63,3	0,4	62,7	0,6
RA 3	DÍA	60,3	-0,3	59,7	-0,6	59,6	-1,7	60,9	1,7	65,6	1,8	66,8	-0,3	64,4	-1,8	62,7	2,9	64,6	2,9
	NOCHE	35,4	2,3	39,5	-1,0	38,9	-1,1	40,4	1,1	44,1	1,8	45,6	0,1	43,6	-1,2	41,4	1,1	41,5	2,3
RA 4	DÍA	51,5	-0,6	50,2	-0,6	50,1	0,2	51,2	-0,5	51,8	1,4	53,4	-0,8	52,1	0,2	52,5	0,6	52,4	1,4
	NOCHE	49,3	-0,3	48,1	-0,3	47,4	1,2	47,3	-2,3	44,8	1,4	46,7	-1,3	46,0	2,9	47,8	-4,2	43,8	2,9
RA 5	DÍA	19,0	0,7	24,7	-1,5	29,0	0,8	36,3	1,3	42,0	0,3	45,1	-0,7	47,7	0,9	51,7	1,0	54,1	1,3
	NOCHE	16,1	-0,4	20,0	-1,1	24,7	0,1	31,6	1,5	38,2	0,5	41,7	0,0	44,3	0,3	46,9	0,3	48,9	1,5
RA 6	DÍA	56,5	0,4	56,7	-0,7	56,1	-0,1	56,9	1,5	57,9	-0,8	55,9	-0,8	55,6	1,6	56,7	-0,5	54,7	1,6
	NOCHE	56,9	2,6	58,0	-2,1	53,8	-0,2	53,9	0,9	54,5	-1,0	53,2	0,7	54,0	0,9	53,4	-0,6	51,0	2,6
RA 7	DÍA	46,5	0,1	47,0	0,3	47,4	-0,1	47,1	-0,3	47,1	0,7	47,6	-0,3	46,7	-0,1	46,5	1,1	46,4	1,1
	NOCHE	34,1	2,6	38,5	-1,5	37,7	0,1	39,7	1,3	41,5	-0,1	40,7	-0,3	40,1	0,3	40,2	0,4	39,6	2,6
RA 8	DÍA	51,6	-0,7	50,3	0,0	50,4	-1,4	50,4	0,8	53,2	1,0	54,4	0,0	53,5	0,3	52,8	0,0	51,3	1,0
	NOCHE	46,0	-0,5	44,3	-1,7	43,7	0,9	46,5	0,8	47,5	0,4	47,0	0,1	45,6	-0,2	44,1	-0,1	43,0	0,9
RA 9	DÍA	53,6	2,3	55,7	-1,2	53,1	-0,7	53,0	1,1	54,2	0,8	53,3	-1,0	50,6	0,4	49,9	-0,3	48,4	2,3
	NOCHE	47,6	0,5	50,7	1,8	52,7	-0,2	51,3	0,7	50,2	-1,1	47,8	-0,2	47,6	1,2	47,7	-0,2	45,4	1,8
RA 10	DÍA	11,0	0,1	15,8	-0,2	20,3	0,4	25,2	-0,5	29,3	0,7	34,4	0,7	38,1	0,3	40,5	0,2	42,3	0,7
	NOCHE	6,7	1,1	12,1	-1,9	15,4	0,8	22,4	-0,3	27,9	3,5	33,9	-1,5	33,0	0,2	35,2	-0,1	36,8	3,5
RA 11	DÍA	60,6	-2,3	63,0	6,1	70,0	-3,5	64,8	1,4	66,6	-0,2	65,5	-0,9	64,8	1,1	66,0	0,5	64,9	6,1
	NOCHE	55,7	0,2	57,2	0,8	58,3	-1,4	57,7	1,0	60,0	0,4	60,1	-1,0	59,4	1,2	60,7	0,9	59,5	1,2
RA 12	DÍA	58,1	0,2	58,5	0,0	58,6	-1,7	58,6	1,1	62,0	0,9	63,3	0,1	62,7	0,4	61,9	0,0	60,4	1,1
	NOCHE	50,8	0,4	50,4	-0,3	49,2	-1,7	48,6	0,5	51,4	0,9	53,2	0,7	53,2	0,5	51,8	-1,1	49,4	0,9
RA 13	DÍA	49,5	0,8	50,8	-0,8	50,5	0,1	51,8	-0,1	52,9	1,2	54,3	-0,5	53,3	0,7	53,2	-0,3	51,6	1,2
	NOCHE	41,7	0,7	43,1	-0,8	43,1	0,6	44,6	-0,5	45,0	0,7	46,3	-0,3	46,2	1,2	46,7	-0,1	44,9	1,2

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 1																	
		20 Hz	Dif	25 Hz	Dif	31,5 Hz	Dif	40 Hz	Dif	50 Hz	Dif	63 Hz	Dif	80 Hz	Dif	100 Hz	Dif	125 Hz	Diferencia mayor
RA 14	DÍA	51,2	1,0	52,4	-1,9	51,6	0,5	54,5	0,8	56,5	0,5	57,0	-0,2	56,5	0,3	56,3	0,3	55,5	1,0
	NOCHE	42,7	0,3	44,5	-0,7	45,6	0,1	48,2	0,4	50,4	1,1	51,7	-0,5	50,8	0,5	51,0	0,5	50,2	1,1
RA 15	DÍA	18,0	0,4	24,1	-0,7	29,3	0,8	36,1	-0,1	41,3	1,2	46,7	0,5	49,6	-0,1	51,5	0,4	53,6	1,2
	NOCHE	13,8	0,9	20,4	-0,4	25,1	-0,3	30,7	0,4	36,8	1,3	42,2	1,0	45,0	-0,8	45,7	0,4	48,2	1,3
RA 16	DÍA	59,0	-0,2	59,5	0,4	60,3	0,0	60,3	0,1	60,3	0,2	60,1	0,1	59,7	0,4	59,0	0,4	57,4	0,4
	NOCHE	53,4	-0,1	54,0	-0,3	54,7	0,3	55,9	0,4	56,5	0,5	56,3	-1,8	54,9	2,9	57,1	-0,8	53,4	2,9
RA 17	DÍA	52,9	-0,6	52,8	-0,4	53,8	0,2	55,6	1,2	57,1	0,4	56,1	-0,6	54,2	0,5	53,5	-0,3	51,8	1,2
	NOCHE	49,0	0,0	49,3	-0,4	49,6	-0,3	50,6	0,5	52,2	0,9	52,8	0,3	51,6	0,2	49,8	-0,7	47,5	0,9
RA 18	DÍA	55,7	0,9	57,7	-0,4	57,9	0,0	59,1	0,0	60,2	0,6	61,4	0,9	61,3	-1,5	59,4	1,3	60,4	1,3
	NOCHE	48,4	2,6	54,8	-0,2	55,9	-2,4	57,3	0,3	63,5	1,9	69,1	1,5	70,9	0,0	69,7	0,8	68,5	2,6
RA 19	DÍA	49,4	0,2	48,4	-0,8	46,8	-1,9	46,9	0,5	50,8	1,4	53,7	0,0	53,8	0,4	53,8	0,2	53,1	1,4
	NOCHE	45,7	0,5	45,2	-1,6	43,7	-2,1	45,4	1,9	51,2	0,6	53,2	1,0	53,9	1,1	52,7	-2,2	49,2	1,9
RA 20	DÍA	8,1	0,3	12,1	-1,8	15,5	-1,2	22,4	2,0	31,7	-0,6	37,2	2,2	43,7	1,9	45,8	-3,7	44,0	2,2
	NOCHE	6,7	0,9	9,9	-2,4	11,4	0,3	17,6	-0,8	23,0	1,9	30,0	2,2	33,2	-0,5	32,0	-1,3	31,9	2,2

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Análisis por frecuencias componente 2

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 2										Diferencia mayor	
		Dif	160 Hz	Dif	200 Hz	Dif	250 Hz	Dif	315 Hz	Dif	400 Hz		
RA 1	DÍA	-0,7	58,5	-0,1	58,5	-0,2	58,6	0,5	59,0	-0,1	58,4	0,5	
	NOCHE	-4,1	56,0	0,7	55,0	-0,4	52,6	-0,2	51,1	-0,3	50,1	0,7	
RA 2	DÍA	0,1	61,0	-0,5	59,4	-0,3	58,8	0,2	58,7	-0,1	58,2	0,2	
	NOCHE	0,0	61,2	-0,3	59,8	-0,3	59,0	0,1	58,9	-0,1	58,6	0,1	

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 2										
		Dif	160 Hz	Dif	200 Hz	Dif	250 Hz	Dif	315 Hz	Dif	400 Hz	Diferencia mayor
RA 3	DÍA	-1,7	60,8	-0,3	60,3	0,1	60,5	0,2	60,5	-0,2	60,0	0,2
	NOCHE	0,4	39,5	-0,8	36,8	-0,5	35,7	-0,1	35,6	0,6	35,7	0,6
RA 4	DÍA	0,1	51,0	0,1	49,5	-1,0	47,7	-0,3	47,9	0,2	48,6	0,2
	NOCHE	1,7	48,1	3,0	49,0	-1,5	44,0	-1,0	41,9	-0,4	41,8	3,0
RA 5	DÍA	-0,1	54,4	-0,8	54,9	0,1	57,1	0,6	59,0	-0,1	59,8	0,6
	NOCHE	1,0	50,2	-1,0	49,6	-0,8	51,0	0,8	54,1	0,4	55,6	1,0
RA 6	DÍA	-0,3	53,5	-0,4	53,0	0,9	53,3	-0,6	51,8	-0,2	51,6	0,9
	NOCHE	-0,9	49,8	0,4	50,5	0,7	50,4	-0,8	49,0	-0,4	49,1	0,7
RA 7	DÍA	-0,2	44,0	-0,6	42,0	-0,1	41,3	-0,2	40,8	-0,5	40,5	-0,1
	NOCHE	0,5	38,2	-0,7	35,8	-0,2	34,7	-0,2	33,9	-0,8	33,6	0,5
RA 8	DÍA	0,1	49,9	-0,7	48,4	-0,1	48,3	0,8	48,5	-1,7	47,2	0,8
	NOCHE	-0,2	42,2	-0,6	41,8	1,0	42,6	-0,3	41,4	-0,5	40,9	1,0
RA 9	DÍA	-0,2	47,4	-0,3	46,9	0,4	46,9	-0,7	46,1	0,0	46,7	0,4
	NOCHE	0,0	43,6	-0,8	41,8	0,0	41,8	0,2	41,6	-0,2	41,1	0,2
RA 10	DÍA	0,0	43,8	0,3	45,4	-0,5	46,4	0,5	48,5	0,0	49,6	0,5
	NOCHE	1,0	38,7	-0,5	38,7	-0,7	39,6	0,5	42,0	0,1	43,3	1,0
RA 11	DÍA	-0,1	62,9	-0,5	61,0	-0,4	60,2	-0,4	60,1	0,3	60,9	0,3
	NOCHE	-1,1	56,5	0,1	55,8	-0,7	54,9	0,3	55,5	0,3	55,5	0,3
RA 12	DÍA	-0,2	58,9	-0,3	57,8	0,0	57,4	-0,3	57,0	0,3	57,3	0,3
	NOCHE	0,7	49,2	-0,5	47,5	-0,4	46,9	0,3	47,1	-0,2	46,5	0,7
RA 13	DÍA	0,6	50,7	-0,4	48,6	-0,5	47,5	0,1	47,2	0,3	46,9	0,6
	NOCHE	-0,1	43,4	0,2	42,2	-1,1	40,6	1,1	41,1	-0,4	39,4	1,1
RA 14	DÍA	-0,2	54,1	-0,3	53,2	-0,3	52,8	-0,1	53,0	0,3	53,3	0,3
	NOCHE	-0,3	48,3	-0,5	47,0	-0,6	46,8	0,4	47,7	0,3	47,8	0,4
RA 15	DÍA	0,1	54,9	0,0	56,1	-0,5	57,3	0,2	59,5	0,3	61,3	0,3
	NOCHE	0,3	49,9	-0,3	50,9	-0,6	52,5	1,0	55,4	-0,3	56,3	1,0
RA 16	DÍA	-0,7	55,1	-0,2	54,1	-0,2	53,5	0,0	53,3	-0,5	53,0	0,0
	NOCHE	-0,9	51,3	-0,1	51,0	0,2	50,8	-0,4	50,2	-0,3	50,4	0,2

COMPONENTE 2													
Frecuencias x 1/3 de octava		Dif											
		160 Hz		200 Hz		250 Hz		315 Hz		400 Hz		Diferencia mayor	
RA 17	DÍA	-0,1	50,6	-0,1	49,7	-0,4	48,8	0,1	48,7	0,1	48,4	0,1	
	NOCHE	-0,1	46,7	0,7	46,1	-0,9	44,1	0,0	44,0	0,1	44,0	0,7	
RA 18	DÍA	0,5	58,9	-0,4	56,4	-0,3	54,8	-0,1	53,8	-0,3	53,1	0,5	
	NOCHE	-1,6	65,6	1,2	65,9	-0,3	63,6	-0,8	62,1	0,2	62,1	1,2	
RA 19	DÍA	-0,3	52,0	0,1	51,5	-0,6	50,7	0,6	51,2	-0,3	50,5	0,6	
	NOCHE	1,8	50,1	-1,5	47,5	0,8	48,0	-0,1	46,7	-0,4	45,7	1,8	
RA 20	DÍA	0,5	49,7	2,4	54,5	-1,9	54,6	1,8	58,3	0,5	58,5	2,4	
	NOCHE	1,2	34,3	-1,0	34,4	0,0	36,5	-0,4	38,6	0,4	41,5	1,2	

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.

Análisis por frecuencias componente 3

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 3																														Máxima diferencia en todos los componentes				
		Diferencia mayor																																		
		Dif	500 Hz	Dif	630 Hz	Dif	800 Hz	Dif	1K Hz	Dif	1,25K Hz	Dif	1,6K Hz	Dif	2,0K Hz	Dif	2,5K Hz	Dif	3,15K Hz	Dif	4,0K Hz	Dif	5,0K Hz	Dif	6,3K Hz	Dif	8,0K Hz	Dif	10,0K Hz	Dif	1,25K Hz		Dif	1,6K Hz	20,0K Hz	
RA 1	DÍA	0,4	58,0	0,0	56,9	-0,3	55,8	0,1	55,3	0,3	54,6	-0,3	54,4	0,5	54,8	0,4	54,2	0,7	54,3	0,0	53,0	0,6	51,7	0,4	51,7	0,6	51,0	0,6	49,0	0,2	48,3	1,2	47,3	48,7	0,7	1,5
	NOCHE	0,6	49,7	0,2	48,1	-0,1	46,7	0,2	45,6	0,2	44,2	12,6	43,1	15,2	67,2	2,0	60,9	0,6	58,6	0,1	57,7	0,4	56,9	0,3	56,9	0,0	56,4	0,0	55,8	0,0	55,4	0,0	54,9	54,5	15,2	16,9
RA 2	DÍA	0,6	57,9	5,8	56,5	-7,7	66,6	22,2	92,1	1,7	73,2	-6,2	57,7	0,9	54,5	0,1	53,1	0,7	51,8	0,8	49,2	0,4	48,1	0,0	46,3	0,2	44,5	0,4	43,1	0,8	40,9	0,6	40,3	38,6	22,2	22,2
	NOCHE	0,9	58,5	0,8	56,6	-0,3	56,2	0,5	56,4	0,0	55,6	-0,2	54,7	0,2	54,3	0,4	53,4	0,3	51,6	0,4	49,2	0,1	47,6	0,7	46,2	1,2	46,1	0,8	43,6	0,5	42,7	0,5	40,8	38,0	1,2	1,2
RA 3	DÍA	0,3	59,9	1,4	59,3	1,0	61,6	0,9	61,9	0,4	60,5	0,5	59,8	0,5	58,2	0,0	57,5	0,6	56,9	0,2	55,0	0,1	53,6	0,7	52,0	1,1	49,0	0,3	48,1	1,5	46,6	3,5	48,1	56,7	1,0	2,9
	NOCHE	0,2	34,5	0,1	33,7	0,1	33,0	0,6	32,2	0,7	32,7	0,2	31,8	0,8	30,5	0,9	30,7	0,9	29,1	0,7	25,8	0,1	23,9	0,1	21,8	0,6	19,9	0,1	18,9	0,2	14,2	0,3	11,1	7,4	0,9	2,3
RA 4	DÍA	0,0	49,0	0,3	49,2	-8,0	50,1	15,3	66,8	5,1	53,0	-1,7	49,5	0,5	49,3	1,0	48,1	0,5	48,8	0,5	48,4	0,5	47,0	1,6	46,5	1,4	42,8	1,3	41,9	0,7	43,5	0,6	46,6	50,9	15,3	15,3
	NOCHE	0,7	42,5	0,3	44,6	11,4	46,1	21,4	70,2	3,2	51,6	-6,1	39,3	1,5	39,3	0,5	36,3	0,9	34,3	1,0	30,5	1,3	28,7	1,5	29,5	0,1	27,4	1,1	25,5	1,3	25,8	2,8	28,7	37,3	21,4	21,4
RA 5	DÍA	0,2	60,8	0,3	61,4	-0,4	61,3	0,5	62,2	0,2	61,9	0,2	62,0	0,3	61,5	0,3	60,5	0,8	60,1	0,3	58,1	0,1	55,5	0,2	52,8	0,0	50,5	0,5	48,2	0,6	45,0	0,5	43,0	41,9	0,8	1,3
	NOCHE	0,3	56,2	0,2	56,1	-1,0	55,6	0,6	57,1	0,3	57,4	1,3	58,3	0,4	56,5	1,5	55,6	3,1	57,5	1,2	53,3	0,3	51,6	0,2	49,4	0,2	46,7	1,2	43,6	0,1	42,9	0,3	42,0	41,8	3,1	3,1
RA 6	DÍA	0,0	51,8	0,1	52,1	0,1	52,2	0,1	52,2	0,1	52,0	1,0	51,6	-	49,2	0,2	48,8	1,2	48,0	-	44,7	0,2	43,9	0,0	42,5	-	41,2	1,2	40,9	-	38,4	2,4	39,4	35,5	2,4	2,4

Frecuencias x 1/3 de octava		COMPONENTE 3																												Máxima diferencia en todos los componentes						
		Dif	500 Hz	Dif	630 Hz	Dif	800 Hz	Dif	1K Hz	Dif	1,25K Hz	Dif	1,6K Hz	Dif	2,0K Hz	Dif	2,5K Hz	Dif	3,15K Hz	Dif	4,0K Hz	Dif	5,0K Hz	Dif	6,3K Hz	Dif	8,0K Hz	Dif	10,0K Hz			Dif	12,5K Hz	Dif	1,6K Hz	20,0K Hz
RA 19	DÍA	0,1	50,4	-	50,2	-8,0	51,2	16,2	68,3	-	52,9	-1,1	50,7	0,4	50,8	0,7	50,0	0,6	50,6	0,5	49,9	0,4	-	48,2	0,7	47,3	0,2	45,1	-	42,5	1,5	43,0	-	46,6	52,9	16,2
	NOCHE	0,6	45,5	-	44,1	-0,4	43,2	0,2	43,1	0,2	42,7	0,1	41,8	0,1	40,6	0,2	39,2	0,3	37,5	-	35,2	0,2	-	33,2	0,3	31,6	0,2	29,4	0,4	26,8	-	23,5	2,0	20,4	13,5	2,0
RA 20	DÍA	-	57,7	0,2	59,2	1,1	60,4	0,9	59,4	0,5	60,2	1,4	61,9	0,0	60,8	0,6	59,8	0,2	57,5	0,6	54,8	0,6	51,1	0,1	46,0	-	40,7	-	36,6	0,2	37,0	0,0	37,0	37,0	1,4	2,4
	NOCHE	0,6	43,5	0,5	44,4	-0,3	44,1	0,2	44,5	0,2	44,5	0,6	44,1	0,0	42,4	0,2	40,6	-	39,2	1,1	38,8	0,4	-	36,0	-	34,1	-	33,1	-	33,4	1,2	35,7	0,0	35,7	35,7	1,2

Fuente: eQual Consultoría y Servicios Ambientales, 2015.