



**ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE  
EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y LOS  
MAPAS DE RUIDO DE LOS MUNICIPIOS DE  
BUGA, TULUÁ, CARTAGO Y JAMUNDÍ**

—  
**MAPAS DE RUIDO 2018  
MUNICIPIO JAMUNDÍ**



*Corporación Autónoma  
Regional del Valle del Cauca*

## INFORME FINAL – MAPAS DE RUIDO JAMUNDÍ 2018

### PROPUESTA TÉCNICA No. 2010289-7-17

El presente informe entrega los resultados de las mediciones de ruido ambiental y de emisión de ruido llevadas a cabo bajo el proyecto con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca para el municipio de Jamundí. Las mediciones se realizaron durante los meses de Mayo y Julio de 2018 teniendo en cuenta los distintos tipos de fuentes que previamente fueron identificados en la zona. Estas mediciones permiten identificar los niveles de ruido en el municipio con el fin de realizar los mapas estratégicos de ruido (MER) correspondientes.

Todo lo anterior en marco del proyecto realizado por la empresa K2 Ingeniería S.A.S con N.I.T. 804.007.055-3 ubicada en la Carrera 36 Numero 36 – 28 Barrio el Prado en la ciudad de Bucaramanga, acreditada ante el IDEAM mediante la resolución de renovación 1695 del 4 de agosto de 2016 y extensión del alcance mediante la resolución 0232 del 5 de febrero de 2017 y la resolución 1313 del 16 de junio de 2017.

	Nombre	Cargo
Proyectó	Rodrigo Vallejo Florez	Ingeniero de Sonido
	Juliette Olivella López	Ingeniero Consultor
Revisó	Kento Taro Magara Gómez	Coordinador de Mapas de ruido
Aprobó	Carlos Echeverri Londoño	Director de proyecto



## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTADO DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS Y ALCANCE .....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2.3 ALCANCE .....	11
<b>3 GENERALIDADES .....</b>	<b>12</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	12
3.2 PUNTOS DE MONITOREO .....	12
3.3 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA) IDENTIFICADAS EN JAMUNDÍ.....	13
3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1 .....	14
3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2 .....	15
3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3 .....	16
3.3.4 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 4 .....	17
3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5 .....	18
3.3.6 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 6 .....	19
3.3.7 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 7 .....	20
3.3.8 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR).....	38
3.4 FECHA Y HORA DE MONITOREO .....	42
3.5 RESPONSABLE DEL INFORME .....	45
3.6 ACREDITACIONES.....	46
<b>4 NORMATIVIDAD APLICABLE DE RUIDO AMBIENTAL.....</b>	<b>47</b>
4.1 NORMATIVA NACIONAL RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 DEL MADS.....	47
4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL UNE ISO 1996.....	49
4.3 NORMATIVA INTERNACIONAL ISO 9613 .....	50
<b>5 METODOLOGÍA .....</b>	<b>51</b>

<b>5.1</b>	<b>ACTIVIDADES DE MEDICIÓN E INVENTARIO DE FUENTES</b>	<b>52</b>
<b>5.2</b>	<b>RUIDO AMBIENTAL</b>	<b>53</b>
5.2.1	MUESTREO TEMPORAL	53
5.2.2	MUESTREO ESPACIAL	53
<b>5.3</b>	<b>RUIDO DE EMISIÓN</b>	<b>53</b>
<b>5.4</b>	<b>CONSOLIDADO DE MEDICIONES</b>	<b>54</b>
<b>5.5</b>	<b>PARÁMETROS DE MEDICIÓN</b>	<b>54</b>
<b>5.6</b>	<b>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>55</b>
5.6.1	CÁLCULO DE NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE CORREGIDO	55
5.6.2	CÁLCULO DE LA EMISIÓN O APORTE DE RUIDO	56
<b>5.7</b>	<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS</b>	<b>57</b>
5.7.1	Temperatura	58
5.7.2	Precipitación	58
5.7.3	Dirección y velocidad del viento	59
5.7.4	Humedad relativa	61
5.7.5	Presión Barométrica	61
<b>5.8</b>	<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>	<b>62</b>
<b>5.9</b>	<b>MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>68</b>
<b>6.1</b>	<b>RUIDO AMBIENTAL</b>	<b>68</b>
6.1.1	ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)	68
6.1.2	ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)	99
<b>7</b>	<b>MODELACIÓN</b>	<b>104</b>
<b>7.1</b>	<b>ENFOQUE</b>	<b>104</b>
7.1.1	ESTÁNDARES UTILIZADOS	104
7.1.2	IDEALIZACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO	107
7.1.3	IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA	108
<b>7.2</b>	<b>MALLAS DE CÁLCULO</b>	<b>110</b>
<b>7.3</b>	<b>CONFIGURACIONES DE CÁLCULO GENERALES</b>	<b>111</b>
<b>7.4</b>	<b>DATOS DE ENTRADA AL MODELO</b>	<b>112</b>
7.4.1	DOMINIO DE ESTUDIO	112
7.4.2	MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN	112
7.4.3	FUENTES	113
7.4.4	NIVELES DE POTNECIA ACÚSTICA	114

<b>7.5 ESTRUCTURA MAG</b> .....	<b>117</b>
7.5.1 DICCIONARIO DE DATOS: CATALOGO DE OBJETOS .....	118
7.5.2 CATALOGO DE OBJETOS .....	118
7.5.3 CATALOGO DE REPRESENTACION .....	119
7.5.4 ESTRUCTURA METADATOS .....	120
<b>8 MAPAS ACÚSTICOS</b> .....	<b>121</b>
<b>8.1 MAPAS TOTALES</b> .....	<b>121</b>
8.1.1 MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA.....	121
8.1.2 MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL .....	123
<b>8.2 NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE</b> .....	<b>125</b>
<b>8.3 CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR</b> .....	<b>127</b>
8.3.1 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA.....	127
8.3.2 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL .....	129
<b>8.4 CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS</b> .....	<b>131</b>
8.4.1 APORTES FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIO .....	131
8.4.2 APORTES FUENTES FIJAS JORNADA DOMINICAL.....	133
<b>9 LÍNEA BASE PARA EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA</b> .....	<b>135</b>
<b>10 CONCLUSIONES</b> .....	<b>137</b>
<b>11 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>140</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Jamundí .....	12
Ilustración 2. Ubicación geográfica ZEA1.....	14
Ilustración 3. Ubicación geográfica ZEA2.....	15
Ilustración 4. Ubicación geográfica ZEA3.....	16
Ilustración 5. Ubicación geográfica ZEA4.....	17
Ilustración 6. Ubicación geográfica ZEA5.....	18
Ilustración 7. Ubicación geográfica ZEA6.....	19
Ilustración 8. Ubicación geográfica ZEA7.....	20
Ilustración 9. Metodología general del estudio .....	51
Ilustración 10. Temperatura promedio mensual .....	58
Ilustración 11. Precipitación acumulada mensual.....	59
Ilustración 12. Dirección promedio del viento mensual.....	59
Ilustración 13. Velocidad del viento promedio mensual.....	60
Ilustración 14. Rosa de viento.....	60
Ilustración 15. Humedad promedio mensual .....	61
Ilustración 16. Presión barométrica mensual .....	62
Ilustración 17 Ubicación de cámaras de video para aforos vehiculares _ Jamundí. ....	66
Ilustración 18. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria .....	67
Ilustración 19. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical .....	67
Ilustración 20. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada ordinaria.....	71
Ilustración 21. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada ordinaria.....	71
Ilustración 22. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada ordinaria.....	72
Ilustración 23. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada ordinaria.....	73
Ilustración 24. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada ordinaria.....	73
Ilustración 25. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada ordinaria.....	74
Ilustración 26. Niveles de ruido ambiental ZEA7 jornada ordinaria.....	75
Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria.....	78
Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria.....	79
Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria.....	79
Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria.....	80
Ilustración 31. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria.....	81

Ilustración 32. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria.....	81
Ilustración 33. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada ordinaria.....	82
Ilustración 34. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada dominical .....	85
Ilustración 35. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada dominical .....	86
Ilustración 36. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada dominical .....	87
Ilustración 37. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada dominical .....	88
Ilustración 38. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada dominical .....	89
Ilustración 39. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada dominical .....	90
Ilustración 40. Niveles de ruido ambiental ZEA7 jornada dominical .....	91
Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical .....	94
Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical .....	95
Ilustración 43. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical .....	95
Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical .....	96
Ilustración 45. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical .....	97
Ilustración 46. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical .....	98
Ilustración 47. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada dominical .....	99
Ilustración 48. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada ordinaria .....	100
Ilustración 49. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria.....	101
Ilustración 50. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada dominical .....	102
Ilustración 51. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical .....	103
Ilustración 52. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S.....	104
Ilustración 53. Estándares .....	105
Ilustración 54. Configuración General .....	105
Ilustración 55. Períodos de referencia.....	106
Ilustración 56. Parámetros a evaluar.....	107
Ilustración 57. Construcciones sin simplificar .....	108
Ilustración 58. Construcciones simplificadas.....	108
Ilustración 59. Aforos vehiculares por hora .....	109
Ilustración 60. Niveles de ruido por espectro de octava .....	110
Ilustración 61. Configuración malla de cálculo .....	110
Ilustración 62. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo.....	112
Ilustración 63. Malla vial ingresada al modelo .....	113

Ilustración 64. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo .....	113
Ilustración 65. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial.....	114
Ilustración 66. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros.....	115
Ilustración 67. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios .....	115
Ilustración 68. Estructura MAG .....	117
Ilustración 69. Catálogo de objeto.....	118
Ilustración 70. Catálogo de representación .....	119
Ilustración 71. Modelo metadatos .....	120
Ilustración 72. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna.....	121
Ilustración 73. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna .....	122
Ilustración 74. Nivel LRAeq Dominical/Diurna .....	123
Ilustración 75. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna .....	124
Ilustración 76. Nivel LDN Ordinario .....	125
Ilustración 77. Nivel LDN Dominical .....	126
Ilustración 78. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno .....	127
Ilustración 79. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno .....	128
Ilustración 80. Nivel de tráfico Dominical/Diurno .....	129
Ilustración 81. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno .....	130
Ilustración 82. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno.....	131
Ilustración 83. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno.....	132
Ilustración 84. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno.....	133
Ilustración 85. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno.....	134

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Zonas críticas evaluadas.....	13
Tabla 2. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 1.....	21
Tabla 3. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 2.....	23
Tabla 4. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 3.....	26
Tabla 5. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 4.....	28
Tabla 6. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 5.....	31
Tabla 7. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 6.....	33

Tabla 8. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 7.....	36
Tabla 9. Zonas de tranquilidad evaluadas.....	38
Tabla 10. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR.....	39
Tabla 11. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZEA.....	42
Tabla 12. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZTR.....	43
Tabla 13. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA.....	43
Tabla 14. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZTR.....	45
Tabla 15. Horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006.....	47
Tabla 16. Estándares máximos permisibles para Ruido Ambiental.....	47
Tabla 17. Estándares máximos permisibles para Ruido de emisión.....	48
Tabla 18. Consolidado de Puntos Muestreados.....	54
Tabla 19. Escalas de precipitación.....	57
Tabla 20. Escala de velocidad del viento - Beaufort.....	57
Tabla 21. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.....	63
Tabla 22. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada.....	65
Tabla 23 Puntos identificados para realizar aforos vehiculares.....	65
Tabla 24. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZEA.....	69
Tabla 25. Consolidado de ruido ambiental ordinario nocturno ZEA.....	70
Tabla 26. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA.....	75
Tabla 27. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA.....	76
Tabla 28. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZEA.....	83
Tabla 29. Consolidado de ruido ambiental dominical nocturno ZEA.....	84
Tabla 30. Resultados RA - Dominical diurno ZEA.....	91
Tabla 31. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA.....	92
Tabla 32. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZTR.....	100
Tabla 33. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZTR.....	102
Tabla 34. Coeficiente de absorción en ponderación A por bandas de octavas.....	112
Tabla 35. Inventario de Fuentes.....	115

## LISTADO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA O SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<i>dB</i>	Decibelio o Decibel
Frec.	Frecuencia
DOM	Abreviación para referir a la jornada dominical de medición
ORD	Abreviación para referir a la jornada ordinaria de medición (L-S)
<i>Hz</i>	Hercio o Hertz
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<i>L10</i>	Percentil 10 de Ruido. Nivel de Ruido sobrepasado en el 10% de la vez
<i>L90</i>	Percentil 90 de Ruido. Nivel de Ruido sobrepasado en el 90% de la vez
<i>LAe</i> o <i>SEL</i>	Nivel de exposición sonora ponderado A
<i>Leq</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente
<i>Lleq</i>	Nivel Equivalente con ponderación temporal <i>Impulse</i>
<i>LAeq,d</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] para la jornada Diurna
<i>LAeq,n</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] para la jornada Nocturna
<i>LAeq,T</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación frecuencial [A] muestreado durante un tiempo <i>T</i> definido.
<i>Ldn</i> o <i>LAeq,DN</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] de 24 horas (Día/Noche)
<i>Lmax</i>	Nivel máximo de presión sonora
<i>Lmin</i>	Nivel mínimo de presión sonora
<i>LRAeq,d</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado [A] Diurno, corregido por tonos e impulsos. Se corresponde con el Nivel de Evaluación Normativo
<i>LRAeq,n</i>	Nivel de presión sonora continuo Equivalente ponderado [A] Nocturno, corregido por tonos e impulsos. Se corresponde con el Nivel de Evaluación Normativo
<i>m. s. n. m</i>	Metros Sobre El Nivel Del Mar
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
RA	Ruido Ambiental
RE	Ruido de Emisión

## DECLARACIÓN DE SÍMBOLOS MATEMÁTICOS

En el presente documento la separación decimal difiere de la recomendada por el Sistema Internacional de Unidades (SI) y la ISO en su norma 8000, debido a que las herramientas ofimáticas y de procesamiento de ruido empleados están referenciados a territorios americanos.

En ese sentido no se aplica la separación decimal habitual para el territorio colombiano, si no que se redefine la simbología de esta manera:

- Separación Decimal: Punto (.)
- Separación de Miles: Coma (,)

## 1 INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional del Valle Del Cauca - CVC, suscribió con la empresa K2 INGENIERIA S.A.S el contrato de consultoría CVC N° 0674 cuyo objeto es “ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y LOS MAPAS DE RUIDO DE LOS MUNICIPIOS DE BUGA, TULUÁ, CARTAGO Y JAMUNDÍ” con un plazo de ejecución de 12 meses a partir del mes de diciembre de 2017.

Para el municipio de Jamundí, el monitoreo de ruido se realizó en siete (7) zonas de especial atención (ZEA), cinco (5) zonas de tranquilidad (ZTR) y quince (15) puntos adicionales previamente establecidos por la empresa contratante, las mediciones se realizaron para un (1) día ordinario y un (1) día dominical durante horario diurno y nocturno, respectivamente, a fin de determinar el grado de aporte al ruido ambiental en las diferentes zonas establecidas y dar cumplimiento a los requerimientos ambientales como parte de la gestión ambiental de la autoridad competente. Así mismo se realizó el monitoreo de fuentes de emisión de ruido en diferentes puntos de cada zona de especial atención, para cada establecimiento determinado en funcionamiento y sin actividad (cerrado).

Adicionalmente, se utilizaron los métodos de muestreo y de cálculo establecidos por la Resolución 627 de abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y son comparados (si aplica) con los estándares máximos permisibles aplicables acatando la metodología establecida.

El documento incluye el objeto del estudio, la metodología de muestreo, especificaciones de los equipos de medición utilizados, reportes de calibración de los equipos, esquema con la ubicación de los sitios de monitoreo, resultados y hojas de campo, fechas y horas de medición, resultados de monitoreo, curvas de niveles de presión sonora, el respectivo análisis de comparación con la normatividad vigente, los mapas estratégicos de ruido del municipio y las respectivas conclusiones.

## 2 OBJETIVOS Y ALCANCE

### 2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Actualizar los mapas de ruido del municipio de Jamundí.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cuantificar los niveles de ruido ambiental y de emisión en decibeles dB(A) que se presentan en el área monitoreada, y realizar la comparación de los resultados obtenidos con la normatividad colombiana, la Resolución 627 de 2006 del MAVDT actual MADS.
2. Exponer los mapas de ruido diurno y nocturno en semana, fines de semana y festivos incluyendo la documentación para las siete (7) zonas de especial atención.
3. Identificar las principales fuentes de emisión de ruido para elaborar la línea base de un plan de descontaminación sonora, mejora de condición acústica en edificaciones sensibles al ruido y actividades de sensibilización y capacitación ciudadana.

### 2.3 ALCANCE

El presente informe corresponde a los resultados del municipio de JAMUNDÍ y reporta la finalización de las actividades en tal zona, en marco del contrato CVC No 0674 de 2017 dando conformidad a la totalidad de las Obligaciones del Contratista clausula cuarta sección B del precitado contrato.

### 3 GENERALIDADES

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicado al sur del departamento del Valle del Cauca dentro del área metropolitana de Cali, ubicado en la ribera occidental del río Cauca y la cordillera occidental; el municipio de Jamundí se caracteriza por ser mayormente plano con algunos terrenos montañosos al occidente, con una extensión aproximada de 137 km<sup>2</sup> y se encuentra situado a 3°15'39" Latitud Norte y 76°32'22" Longitud Oeste de Greenwich.

Su altura media está en los 869 m. s. n. m (metros sobre el nivel del mar). En la Ilustración 1 se muestra la ubicación geográfica del municipio en estudio.

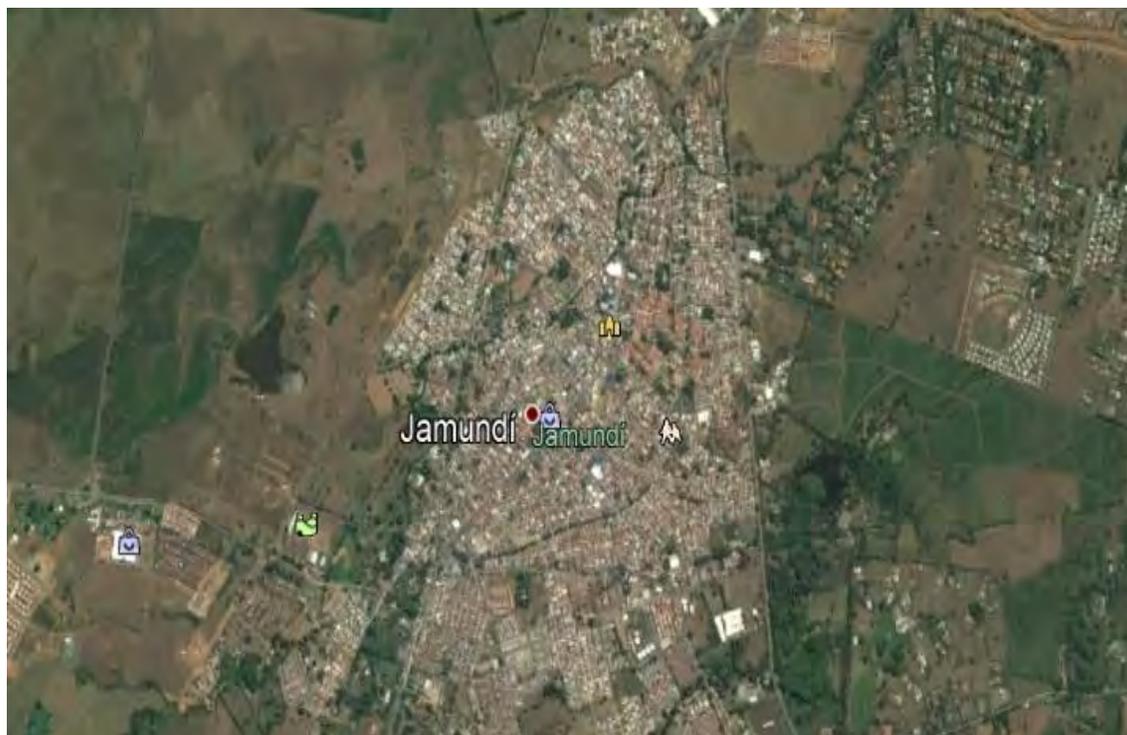


Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Jamundí  
*Fuente. Google Earth (estudio actual)*

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en 7 zonas de especial atención (ZEA) y cinco (5) zonas de tranquilidad (ZTR) distribuidas en el municipio, así mismo se realizaron 12 mediciones adicionales en todo el municipio para ajustar el modelo bajo el cual se elaboraron los mapas estratégicos de ruido. A continuación se describe cada una de las zonas a evaluar.

#### 3.2 PUNTOS DE MONITOREO

Para todos los puntos del municipio, la codificación usada es la siguiente:

ZEA X<sub>1</sub> P X<sub>2</sub> X<sub>3</sub>

Donde:

ZEA: Zona de Especial Atención

X<sub>1</sub>: Consecutivo de la zona, dependiendo del número definido para cada municipio

P: Punto de medición

X<sub>2</sub>: Tipo de medición en el punto, una de las tres (A – Ambiental, F – Fijo o E – Emisión)

X<sub>3</sub>: Consecutivo iniciando en 1 para cada zona

NOTA: para las Zonas de Tranquilidad, la codificación es ZTR X<sub>1</sub> P X<sub>2</sub> X<sub>3</sub>, empleando la misma simbología que las ZEA

### 3.3 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA) IDENTIFICADAS EN JAMUNDÍ

En la Tabla 1 se encuentra la descripción de las zonas críticas evaluadas.

Tabla 1. Zonas críticas evaluadas

ZEA	DESCRIPCIÓN
ZEA 1	Calle 10 entre carrera 3 y 5 sur
ZEA 2	Carrera 11 entre calles 3 y 8a
ZEA 3	Calle 11 entre carreras 6 y 11
ZEA 4	Carrera 10 entre calles 9 y 16
ZEA 5	Carrera 14 entre calles 13 y 18
ZEA 6	Carrera 7 entre calles 17a y 18
ZEA 7	Calle 20 entre carreras 41 y 48

*Fuente. Propia (estudio actual)*

Las zonas de especial atención (ZEA) se determinaron teniendo en cuenta el último mapa de ruido (2010), los puntos de ruido ambiental medidos en el marco del convenio 099 de 2016, las quejas atendidas por la generación de ruido durante el año 2017 y finalmente la experiencia y recomendaciones del funcionario encargado de la temática de ruido de la Dirección Ambiental Regional (DAR).

A continuación, se presenta el detalle de puntos de Ruido Ambiental de cada ZEA y su georreferenciación.

### 3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1

Delimitada en el recorrido de la Calle 10 entre carreras 3 y 5 sur. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

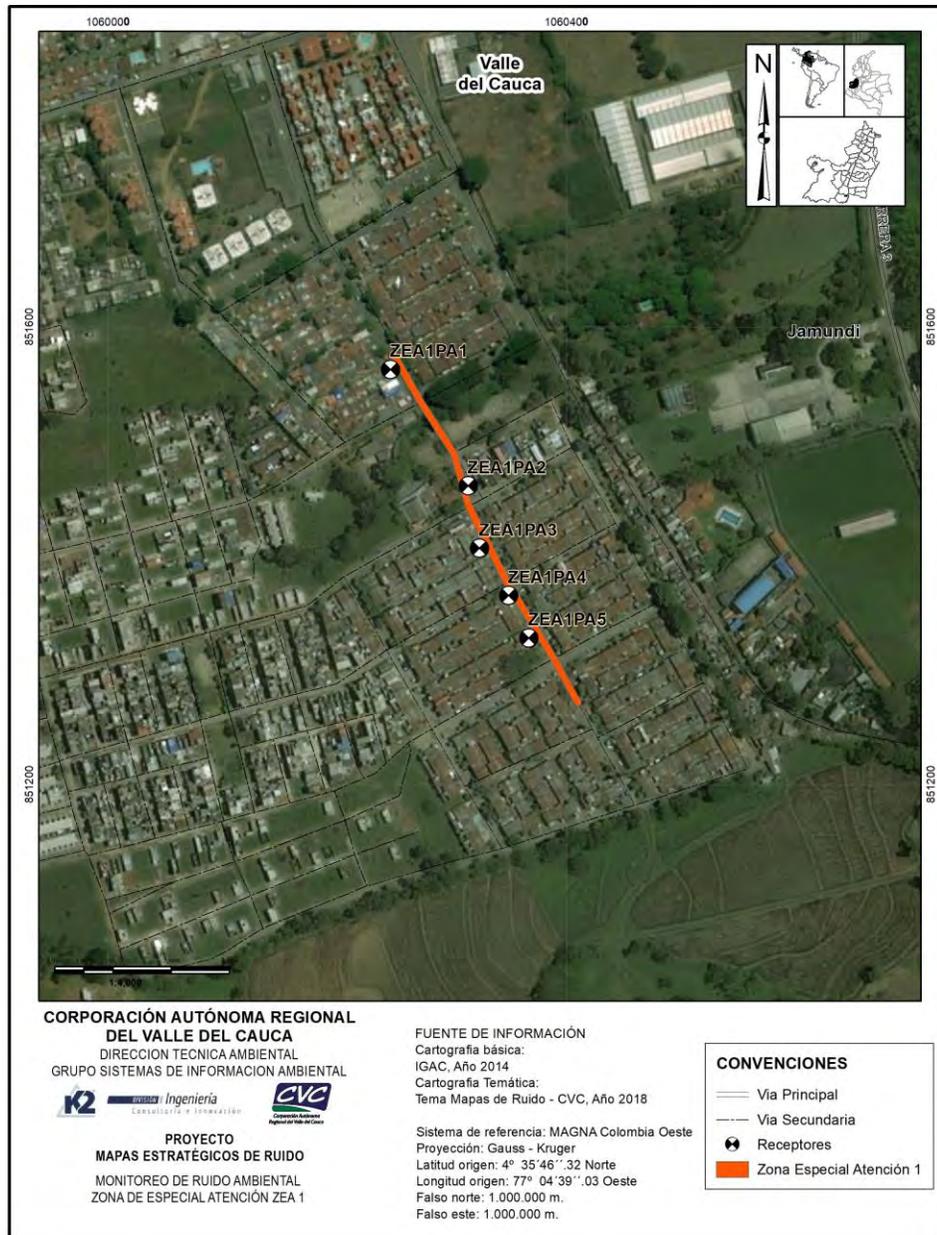


Ilustración 2. Ubicación geográfica ZEA1  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2

Delimitada por la carrera 11 entre calles 3 y 8a sur. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

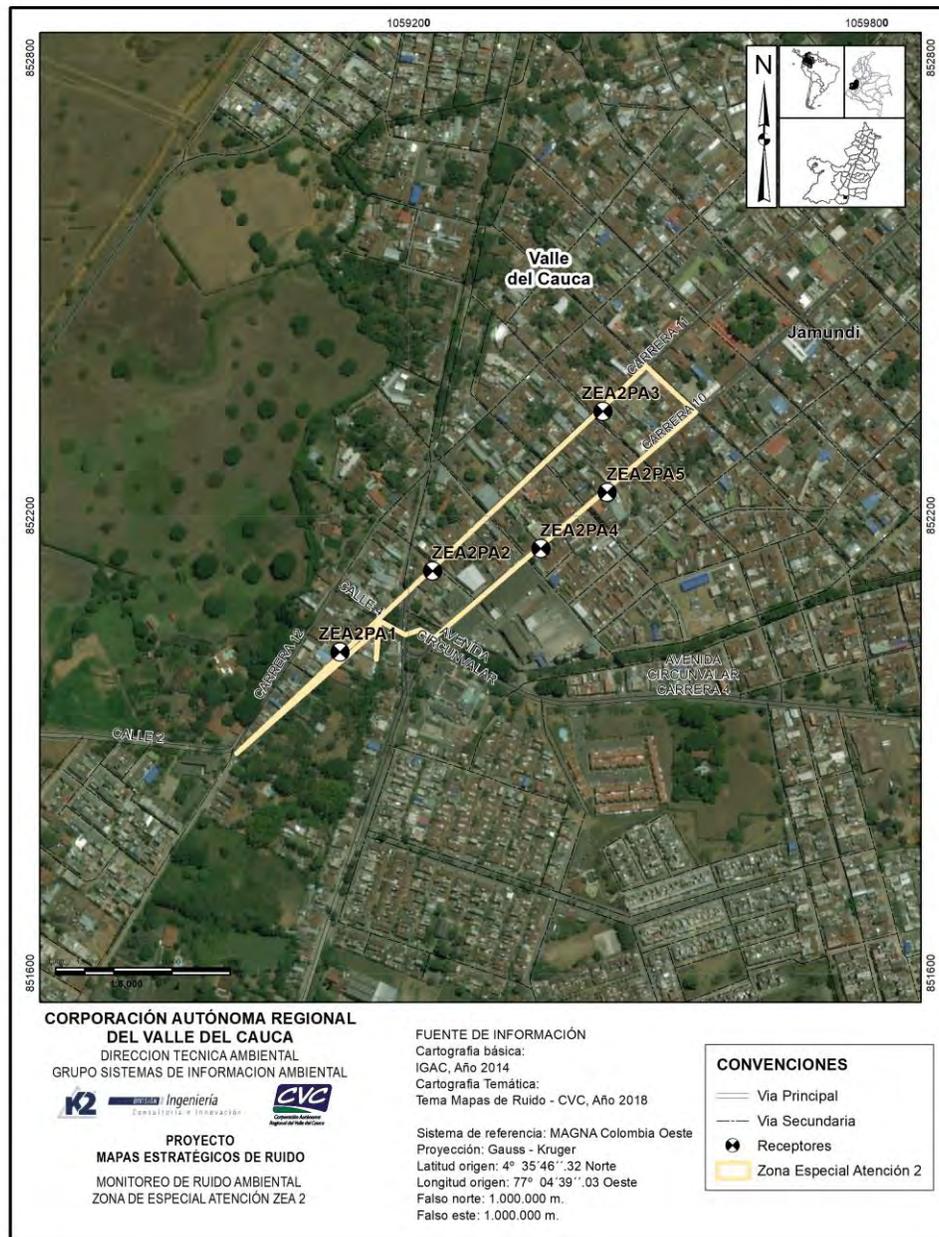


Ilustración 3. Ubicación geográfica ZEA2  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3

Delimitada por la calle 11 entre carreras 6 y 11. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

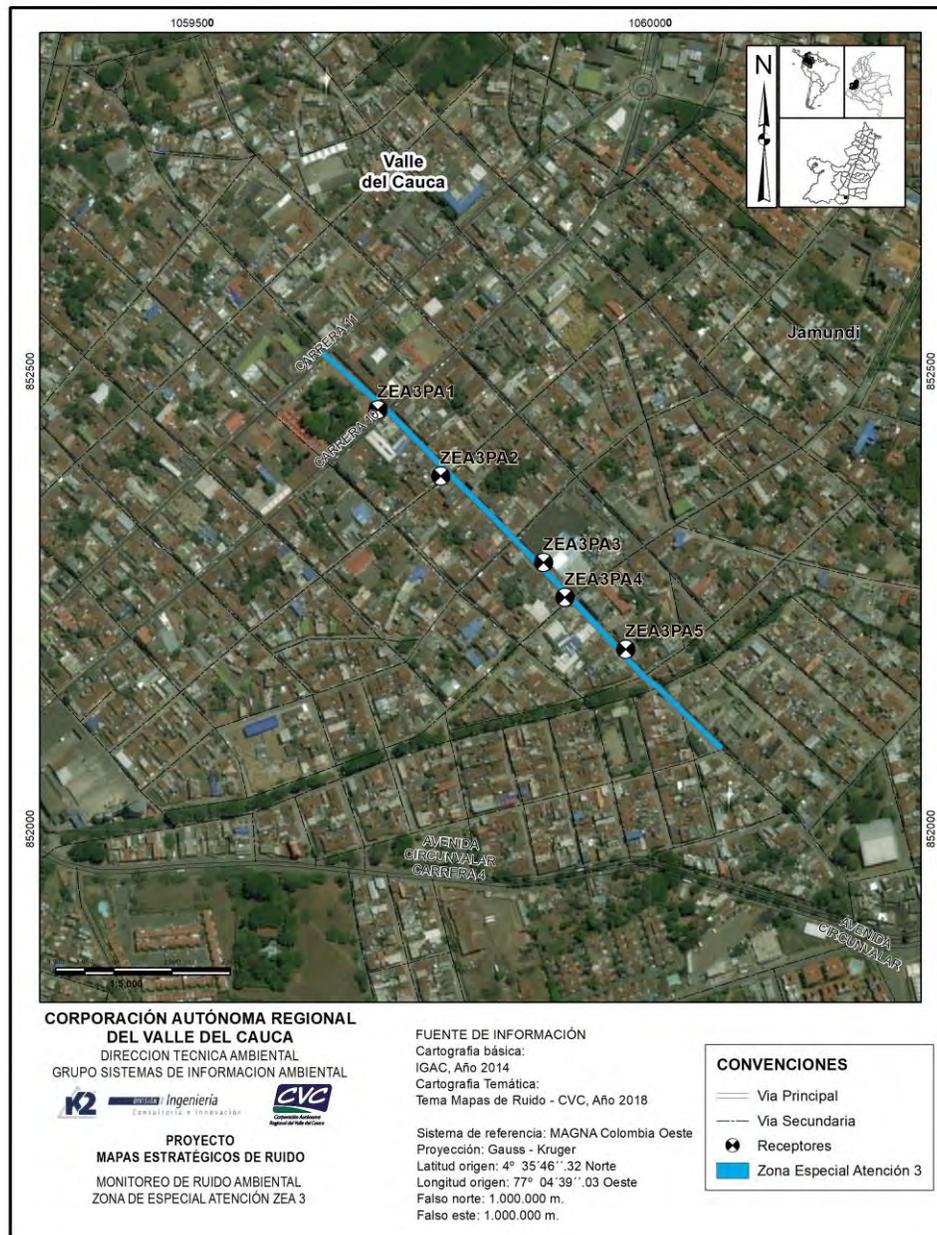


Ilustración 4. Ubicación geográfica ZEA3  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.4 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 4

Delimitada por la carrera 10 entre calles 9 y 16. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

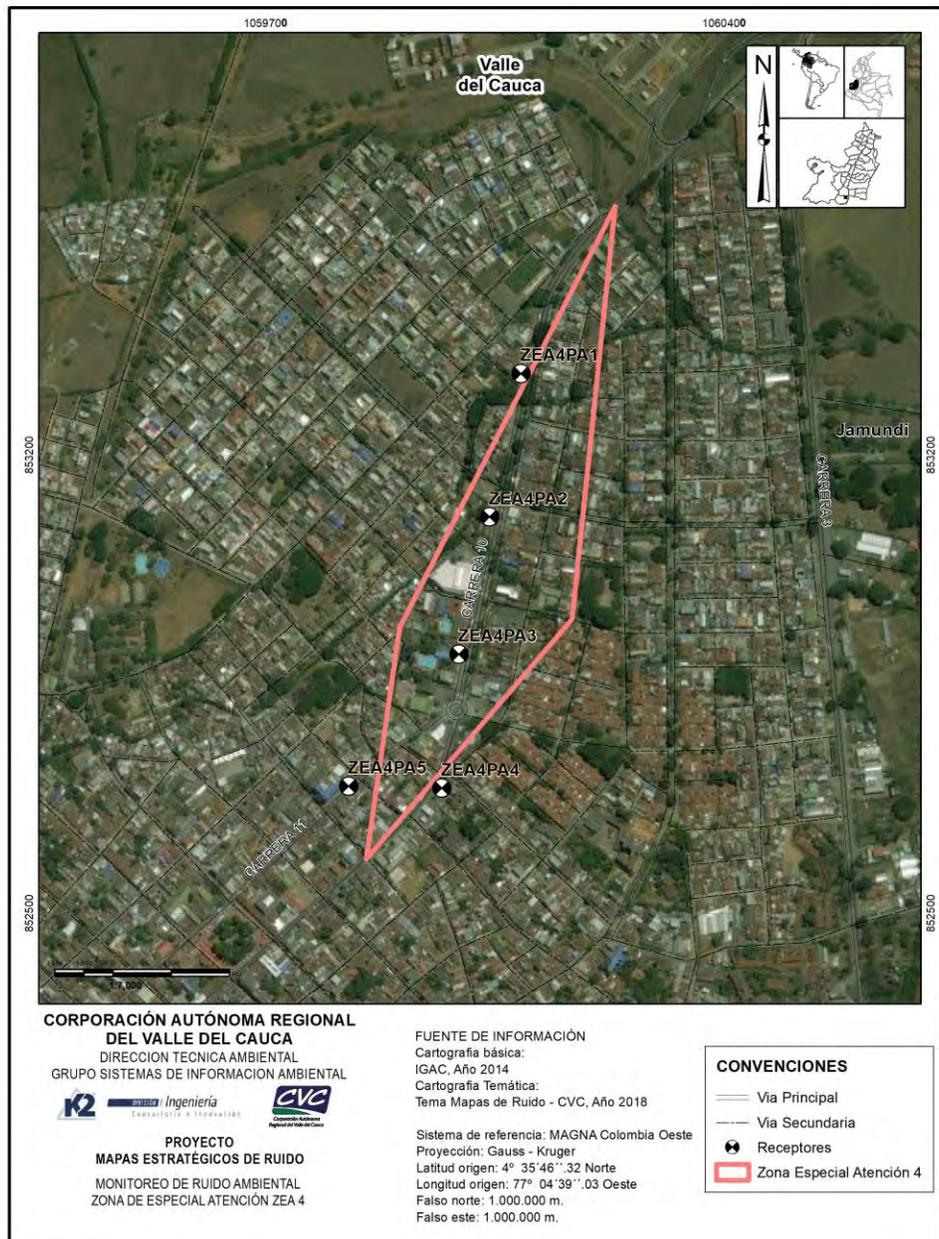


Ilustración 5. Ubicación geográfica ZEA4  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5

Delimitada por la carrera 14 entre calles 13 y 18. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

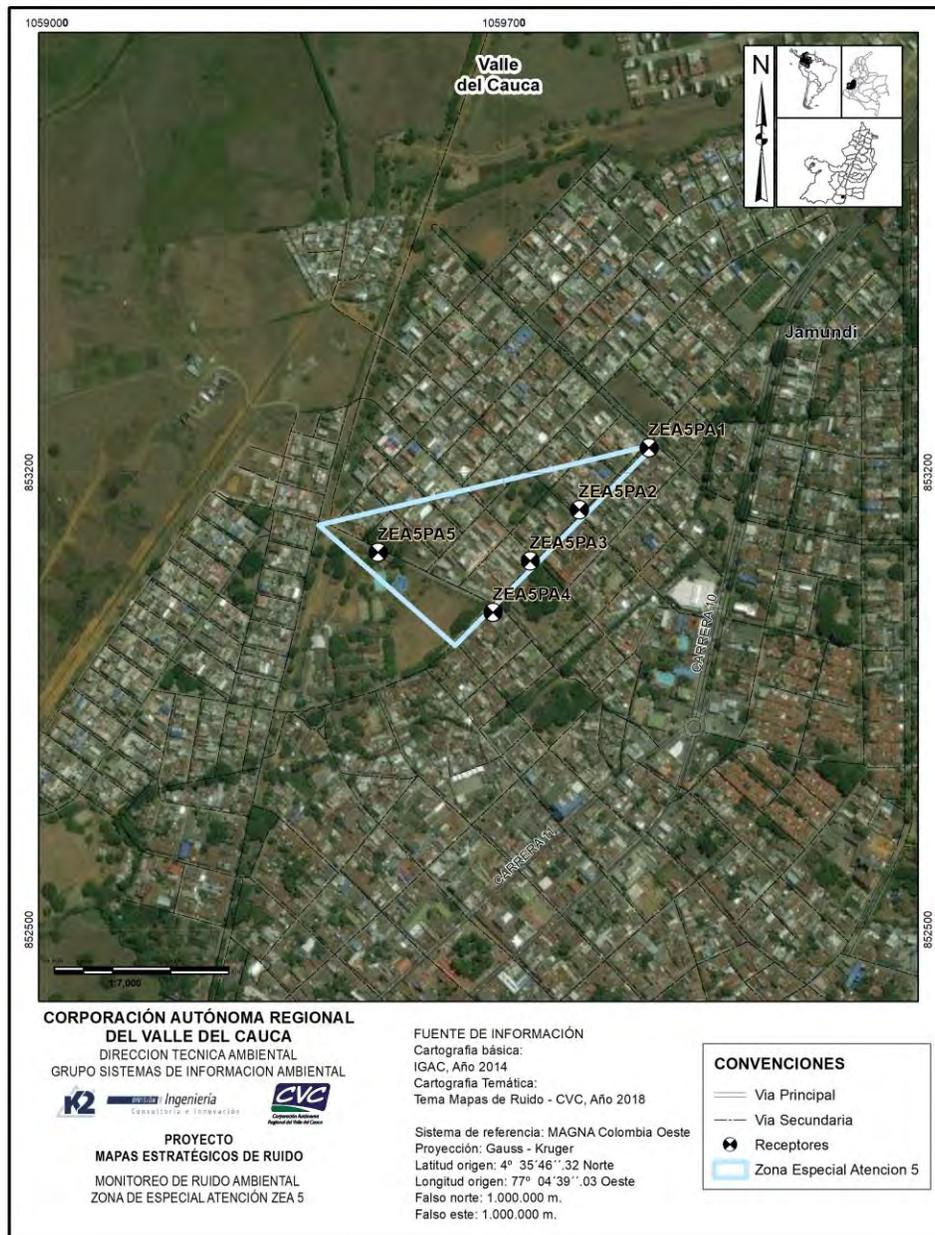


Ilustración 6. Ubicación geográfica ZEA5  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.6 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 6

Delimitada por la carrera 7 entre calles 17a y 18. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

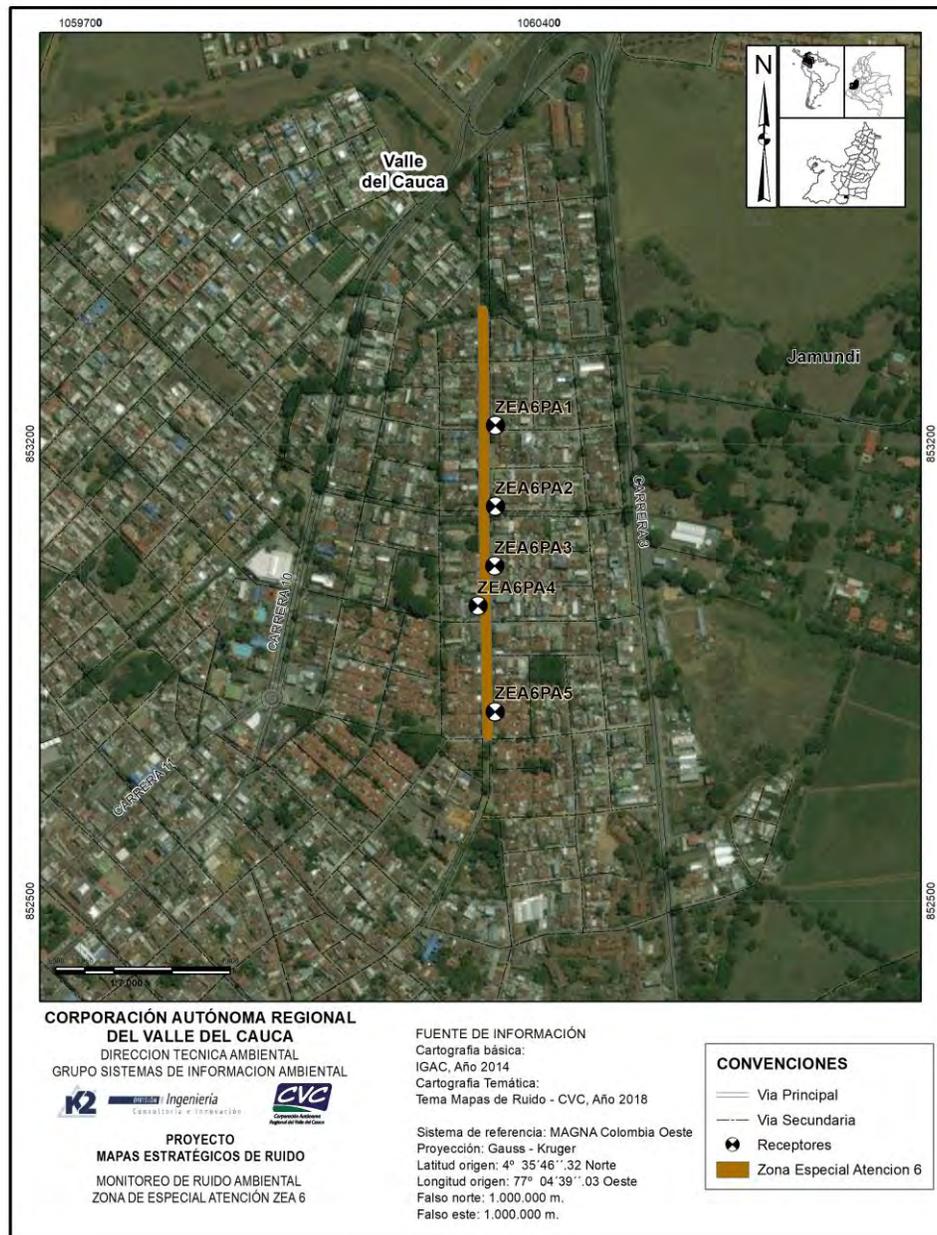


Ilustración 7. Ubicación geográfica ZEA6  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

### 3.3.7 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 7

Delimitada por la calle 20 entre carreras 41 y 48. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 8. Ubicación geográfica ZEA7  
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

Tabla 2. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 1

	Punto		Nº1-ZEA1PA1		
		Descripción General / Ubicación:	Calle 10c # 1cs 07		
Coordenadas:		N 03°15'13.2" W 76°32'07.3"			
Sonómetro:		Cube-10424			
Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.			
Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N	55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		Nº2-ZEA1PA2		
		Descripción General / Ubicación:	Carrera 3 sur # 10ª 85		
Coordenadas:		N 03°15'09.8" W 76°32'05.4"			
Sonómetro:		Cube -10424			
Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.			
Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N	55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°3-ZEA1PA3		
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 4 sur # 3 a 15		
	Coordenadas:		N 03°15'05.4" W 76°32'04.8"		
	Sonómetro:		Cube -10424		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°4-ZEA1PA4		
	Descripción General / Ubicación:		Calle 10 c con carrera 5 sur		
	Coordenadas:		N 03°15'05.4" W 76°32'03.3"		
	Sonómetro:		Cube-10424		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°5-ZEA1PA5		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 10d # 5as15			
	Coordenadas:	N 03°15'03.3" W 76°32'01.8"			
	Sonómetro:	Cube - 11274			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4668			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	70	N	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 3. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 2

	Punto		N°1-ZEA2PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 11 # 3 – 22			
	Coordenadas:	N 03°15'27.7" W 76°32'44.4"			
	Sonómetro:	Cube - 10424			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Punto	N°2-ZEA2PA2	
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 11 con calle 5ª
Coordenadas:	N 03°15'32.2" W 76°32'39.2"	
Sonómetro:	Cube - 10424	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D 65	N 50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	



Punto	N°3-ZEA2PA3	
	Descripción General / Ubicación:	Calle 8ª con carrera 11
Coordenadas:	N 03°15'38.3" W 76°32'33.7"	
Sonómetro:	Cube - 10424	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D 65	N 50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	



	Punto		N°4-ZEA2PA4	
	Descripción General / Ubicación:		Calle 8 # 6 - 60	
	Coordenadas:		N 03°15'33.6" W 76°32'35.0"	
	Sonómetro:		Cube - 10424	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°5-ZEA2PA5	
	Descripción General / Ubicación:		Calle 8 # 7 - 45	
	Coordenadas:		N 03°15'35.4" W 76°32'32.5 "	
	Sonómetro:		Cube - 10424	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 4. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 3

	Punto		N°1-ZEA3PA1	
		Descripción General / Ubicación:	Calle 11 # 10 - 20	
	Coordenadas:	N 03°15'42.7" W 76°32'25.2"		
	Sonómetro:	Fusion - 10428		
	Calibrador Acústico:	Cal21- 4669		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N 50
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		
	Punto		N°2-ZEA3PA2	
		Descripción General / Ubicación:	Calle 11 # 11 - 02	
	Coordenadas:	N 03°15'40.2" W 76°32'22.7"		
	Sonómetro:	Cube - 10424		
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N 50
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°3-ZEA3PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 11 con carrera 8ª			
	Coordenadas:	N 03°15'37.9" W 76°32'20.4"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para el desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA3PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 11 # 6 – 100			
	Coordenadas:	N 03°15'35.8" W 76°32'18.2"			
	Sonómetro:	Cube - 10424			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°5-ZEA3PA5		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 11 # 6 - 05			
	Coordenadas:	N 03°15'33.3" W 76°32'15.9"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	70	N	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 5. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 4

	Punto		N°1-ZEA4PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 9ª # 18			
	Coordenadas:	N 03°16'09.0" W 76°32'12.5"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°2-ZEA4PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 10 # 19			
	Coordenadas:	N 03°16'03.4" W 76°32'13.6"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°3-ZEA4PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 10 # 16 - 64			
	Coordenadas:	N 03°15'56.5" W 76°32'15.2"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	70	N	55
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA4PA4		
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 10 # 14 (esquina)		
	Coordenadas:		N 03°15'48.5" W 76°32'18.2"		
	Sonómetro:		Fusion - 10428		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.		
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N 55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°5-ZEA4PA5		
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 11 # 13 – 40		
	Coordenadas:		N 03°15'49.9" W 76°32'21.1"		
	Sonómetro:		Fusion - 10428		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.		
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		D	70	N 55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 6. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 5

	Punto		N°1-ZEA5PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 14 # 18 - 59			
	Coordenadas:	N 03°16'07.8" W 76°32'18.1"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	75	N	70
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°2-ZEA5PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 14 # 16 - 68			
	Coordenadas:	N 03°16'04.8" W 76°32'23.8"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°3-ZEA5PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 14a # 16 - 62			
	Coordenadas:	N 03°16'02.0" W 76°32'24.1"			
	Sonómetro:	Cube - 11274			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4668			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA5PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 15 con transversal 14			
	Coordenadas:	N 03°15'59.4" W 76°32'26.4"			
	Sonómetro:	Cube - 10424			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°5-ZEA5PA5	
	Descripción General / Ubicación:		Calle 15 Transversal 14 - 02	
	Coordenadas:		N 03°16'02.5" W 76°32'31.5"	
	Sonómetro:		Cube- 11274	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D 70	N 55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 7. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 6

	Punto		N°1-ZEA6PA1	
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 7 # 18 - 06	
	Coordenadas:		N 03°16'07.2" W 76°32'05.1"	
	Sonómetro:		Fusion - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°2-ZEA6PA2	
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 7 con 29	
	Coordenadas:		N 03°16'03.4" W 76°32'05.1"	
	Sonómetro:		Cube - 11274	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°3-ZEA6PA3	
	Descripción General / Ubicación:		Carrera 7 # 16c - 23	
	Coordenadas:		N 03°16'00.6" W 76°32'05.1"	
	Sonómetro:		Fusion - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4469	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto	N°4-ZEA6PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 7 # 17 - 15		
	Coordenadas:	N 03°15'58.7" W 76°32'05.3"		
	Sonómetro:	Fusion - 10428		
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 3425		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	70	N 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto	N°5-ZEA6PA5		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 7 # 18 - 15		
	Coordenadas:	N 03°15'53.3" W 76°32'04.9"		
	Sonómetro:	Fusion - 10428		
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	70	N 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 8. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 7

	Punto		Nº1-ZEA7PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 41e sur con calle 20			
	Coordenadas:	N 03°14'26.3" W 76°30'52.2 "			
	Sonómetro:	Cube - 10424			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D 65	N 50		
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 de Fuentes según la jornada y horario de interés			
	Punto		Nº2-ZEA7PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Carrera 41e sur calle 20			
	Coordenadas:	N 03°14'24.7" W 76°30'48.4"			
	Sonómetro:	Cube - 10424			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D 65	N 50		
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°3-ZEA7PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 20 con carrera 42 sur			
	Coordenadas:	N 03°14'23.9" W 76°30'46.0"			
	Sonómetro:	Cube - 11274			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4668			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA7PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 20 con carrera 46 sur			
	Coordenadas:	N 03°14'22.4" W 76°30'40.1"			
	Sonómetro:	Cube - 11274			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4668			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	D	65	N	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°5-ZEA7PA5	
	Descripción General / Ubicación:		Calle 19 # 48sur 05 (tercera etapa)	
	Coordenadas:		N 03°14'19.8" W 76°30'34.5"	
	Sonómetro:		Cube - 10424	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4575	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		D 65	N 50
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 2, se presentan los archivos en formato \*.KML que contienen el perímetro de las ZEA, la ubicación de los puntos de muestreo espacial y la ubicación de los puntos de muestreo temporal en cada una de las mismas.

### 3.3.8 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)

En la Tabla 9 se encuentra la descripción de las zonas de tranquilidad evaluadas.

Tabla 9. Zonas de tranquilidad evaluadas

ZTR	DESCRIPCIÓN
ZTR 1	Parque Ecológico Belalcazar
ZTR 2	Parque Ciudad Sur
ZTR 3	Parque Municipal
ZTR 4	Fundación El Cotelengo del padre Ocampo
ZTR 5	Carrera 14

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 10. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR

Punto ZTR1PA1	
Ubicación:	Parque Ecológico Belalcazar – Carrera 6 entre calle 13 y 14
Coordenadas:	N: 03°15'36.2"      W: 76°32'05.8"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
Estándar Permissible:	Día: 65      Noche: 50

Punto ZTR2PA1	
Ubicación:	Parque Ciudad Sur – carrera 8 entre calles 17 y 18
Coordenadas:	N: 03°16'00.5"      W: 76°32'07.9"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
Estándar Permissible:	Día: 65      Noche: 50

Punto ZTR2PA2	
Ubicación:	Parque Ciudad Sur – carrera 8 entre calles 17 y 18
Coordenadas:	N: 03°15'59.3"      W: 76°32'09.7"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
Estándar Permissible:	Día: 65      Noche: 50

	Punto ZTR3PA1		
	Ubicación:	Parque Municipal	
	Coordenadas:	N: 03°15'41.0"	W: 76°32'26.7"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

	Punto ZTR3PA2		
	Ubicación:	Parque Municipal	
	Coordenadas:	N: 03°15'43.6"	W: 76°32'26.0"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

	Punto ZTR4PA1		
	Ubicación:	Fundación El Cotelengo del padre Ocampo – Carrera 3 con calle 15	
	Coordenadas:	N: 03°15'41.1"	W: 76°31'56.2"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR4PA2		
Ubicación:	Fundación El Cotelengo del padre Ocampo – Carrera 3 con calle 15	
Coordenadas:	N: 03°15'42.9"	W: 76°31'56.2"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50



Punto ZTR4PA3		
Ubicación:	Fundación El Cotelengo del padre Ocampo – Calle 15 con carrera 3	
Coordenadas:	N: 03°15'42.2"	W: 76°32'01.7"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50



Punto ZTR5PA1		
Ubicación:	Carrera 14	
Coordenadas:	N: 03°15'55.2"	W: 76°32'33.5"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50



	Punto ZTR5PA2		
	Ubicación:	Carrera 14	
	Coordenadas:	N: 03°15'55.2"	W: 76°32'33.5"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 2, se presentan los archivos en formato \*.KML que contienen el perímetro de las ZTR, la ubicación de los puntos de muestreo espacial y la ubicación de los puntos de muestreo temporal en cada una de las mismas. El detalle de estos tipos de monitoreos es explicado más adelante. Así mismo, se presenta como Anexo digital 3 el registro fotográfico del inventario y las mediciones realizadas.

### 3.4 FECHA Y HORA DE MONITOREO

Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas durante el mes de junio de 2018, las fechas de las mediciones en las zonas de especial atención son presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZEA

Punto de medición	Jornada ordinaria		Jornada dominical	
	Horario Diurno	Horario Nocturno	Horario Diurno	Horario Nocturno
ZEA 1	14/06/2018	23/06/2018	17/06/2018	17/06/2018
ZEA 2	15/06/2018	21/06/2018	17/06/2018	17/06/2018
ZEA 3	15/06/2018	20/06/2018	17/06/2018	17/06/2018
ZEA 4	14/06/2018	22/06/2018	24/06/2018	24/06/2018
ZEA 5	22/06/2018	21/06/2018	24/06/2018	24/06/2018
ZEA 6	14/06/2018	21/06/2018	24/06/2018	24/06/2018
ZEA 7	14/06/2018	22/06/2018	24/06/2018	24/06/2018

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En la Tabla 12 se encuentran las fechas y hora de las mediciones realizadas en las zonas de tranquilidad (ZTR) durante los meses de marzo y abril de 2018.

Tabla 12. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZTR

Punto de medición	Jornada ordinaria	Jornada dominical
	Horario Diurno	Horario Diurno
ZTR 1	22/03/2018	26/03/2018
ZTR 2	22/03/2018	26/03/2018
ZTR 3	22/03/2018	26/03/2018
ZTR 4	22/03/2018	26/03/2018
ZTR 5	22/03/2018	26/03/2018

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

Las mediciones de emisión de ruido en las ZEA fueron realizadas durante el mes de junio de 2018. La Tabla 13 presenta las fechas de dichas mediciones, en donde en general las fuentes sonoras fueron medidas encendidas durante la jornada diurna y apagadas durante el periodo nocturno, cabe resaltar que los campos en blanco son aquellos en los que no fue posible realizar la medición de fuente apagada; en estos puntos se hizo uso del indicador L90 para ruido residual.

Tabla 13. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA

Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 1	ZEA1PE1	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA1PE2	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA1PE3	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA1PE4	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA1PE5	23/06/2018	14/06/2018
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 2	ZEA2PE1	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE2	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE3	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE4	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE5	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE6	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE7	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE8	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE9	22/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE10	22/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE11	22/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE12	22/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE13	22/06/2018	21/06/2018
	ZEA2PE14	21/06/2018	07/07/2018
	ZEA2PE15	05/07/2018	07/07/2018
	ZEA2PE16	06/07/2018	07/07/2018
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 3	ZEA3PE1	15/06/2018	26/06/2018
	ZEA3PE2	15/06/2018	26/06/2018
	ZEA3PE3	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE4	15/06/2018	20/06/2018

MAPAS DE RUIDO JAMUNDI 2018

Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
	ZEA3PE5	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE6	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE7	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE8	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE9	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE10	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE11	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE12	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE13	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE14	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE15	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE16	15/06/2018	20/06/2018
	ZEA3PE17	06/07/2018	07/07/2018
	ZEA3PE18	07/06/2018	07/07/2018
ZEA3PE19	07/07/2018	07/07/2018	
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 4	ZEA4PE1	22/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE2	22/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE3	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE4	17/06/2018	22/06/2018
	ZEA4PE5	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA4PE6	22/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE7	14/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE8	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA4PE9	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA4PE10	22/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE11	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA4PE12	24/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE13	23/06/2018	14/06/2018
	ZEA4PE14	22/06/2018	24/06/2018
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 5	ZEA5PE1	22/06/2018	15/06/2018
	ZEA5PE2	24/06/2018	15/06/2018
	ZEA5PE3	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA5PE4	15/06/2018	21/06/2018
	ZEA5PE5	21/06/2018	15/06/2018
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 6	ZEA6PE1	21/06/2018	14/06/2018
	ZEA6PE2	14/06/2018	21/06/2018
	ZEA6PE3	24/06/2018	14/06/2018
	ZEA6PE4	14/06/2018	21/06/2018
	ZEA6PE5	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA6PE6	14/06/2018	22/06/2018
Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada

Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 7	ZEA7PE1	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE2	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE3	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE4	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE5	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE6	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE7	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE8	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE9	14/06/2018	22/06/2018
	ZEA7PE10	14/06/2018	22/06/2018

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En la Tabla 14 se muestran las fechas y horarios de las mediciones de emisión de ruido en las zonas de tranquilidad (ZTR).

Tabla 14. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZTR

Punto de medición	ID_punto	Fuente encendida	Horario
ZTR3	ZTR3PE1	20/05/2018	diurno
ZTR3	ZTR3PE1	20/05/2018	diurno

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 4 se reportan los formatos de campo donde se especifica la fecha de inicio y final de cada una de las mediciones y se especifican con mayor detalle las fuentes que influyeron en cada una de las mediciones realizadas teniendo en cuenta sólo la posición vertical del micrófono.

En el Anexo digital 3 es presentado el registro fotográfico completo de los puntos de ruido ambiental y de emisión.

### 3.5 RESPONSABLE DEL INFORME

Los monitoreos y el presente informe fueron realizados por K2 Ingeniería S.A.S. (N.I.T. 804.007.055-3), empresa colombiana dedicada a las áreas de consultoría ambiental; instalación, mantenimiento de equipos y suministros; que se encuentra certificada en las normas ISO-9001, ISO-14001 y OSHAS-18001 con SGS, además está acreditada ante el IDEAM para la realización de monitoreos de calidad del aire, ruido ambiental e isocinéticos. Es una empresa especializada en Servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores Estatal, CARS, Hidrocarburos, Minero, Industrial, Empresas de Servicios Públicos, Agrícola y Náutico.

### 3.6 ACREDITACIONES

Para la ejecución del actual proyecto la firma consultora K2 Ingeniería S.A.S. contó con la acreditación que demostraba su competencia técnica y de gestión.

K2 presentó en noviembre del año 2016 la metodología de Ruido Ambiental bajo norma internacional UNE-ISO 1996:2005-2009 [2] [3] para acreditación ante el IDEAM, y recibió el aval con la resolución 1313 del 16 de junio de 2017. En el Anexo digital 5 se adjunta la acreditación vigente (resolución 1695 del 4 de agosto de 2016 producto de la renovación y la respectiva extensión del alcance de la resolución de acreditación).

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

## 4 NORMATIVIDAD APLICABLE DE RUIDO AMBIENTAL

### 4.1 NORMATIVA NACIONAL RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 DEL MADS

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 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MADT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Esta norma proporcionó la plataforma para el desarrollo de medidas ajustadas al territorio nacional sobre ruido ambiental emitido por las fuentes de importancia relevante, en relación con las emisiones sonoras que producen en su operación, dentro de las cuales se encuentra el sector industrial. El horario Día y Noche es definido por la Resolución de la siguiente manera:

Tabla 15. Horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006

Tipo de Horario	Hora de Inicio	Hora Final
Diurno	7:01 a.m.	9:00 p.m.
Nocturno	9:01 p.m.	7:00 a.m.

Fuente: Res. 627 del 07 de Abril del 2006 del actual MADS

Para el desarrollo del MER en mención, se enmarcó el proyecto en los Estándares Máximos Permisibles de Ruido Ambiental por cada Sector y Subsector normativo (Actividad y Tipo de Actividad).

Los Sectores Relacionados son:

- Sector A. Tranquilidad y Silencio
- Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
- Sector C. Ruido Intermedio Restringido
- Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado

En la Tabla 16 se establecen los niveles máximos permisibles de Ruido Ambiental para los subsectores mencionados anteriormente, según el Artículo 17 del Capítulo III de la Resolución, 627 de 2006, así mismo, los niveles máximos permisibles de Ruido de Emisión se encuentran en la Tabla 17.

Tabla 16. Estándares máximos permisibles para Ruido Ambiental

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO AMBIENTAL, dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO AMBIENTAL, dB(A)	
		Día	Noche
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.			

Fuente: Res. 627 del 07 de Abril del 2006 del actual MADS

Tabla 17. Estándares máximos permisibles para Ruido de emisión

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO DE EMISIÓN, dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.	75	75
	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.		
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO DE EMISIÓN, dB(A)	
		Día	Noche
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Res. 627 del 07 de Abril del 2006 del actual MADS

“Parágrafo Primero: Se definen como vías de alta circulación vehicular las contempladas en la Ley 769 de 2002 como vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales”.

## 4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL UNE ISO 1996

La metodología macro de este proyecto se ha fundamentado en la norma internacional UNE ISO 1996 [2] [3], en la que bajo el título general “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”, se demarcan dos partes:

- Parte 1: detallan las magnitudes básicas y métodos de evaluación del ruido en el medio ambiente.
- Parte 2: se centra en los métodos para determinar los niveles de presión sonora para diferentes tipos de fuentes y la definición de la incertidumbre asociada a la medida.

La norma internacional brinda a las autoridades la estandarización para medición y evaluación del ruido en ambientes comunitarios, pudiéndose desarrollar a partir de ella, normas nacionales, resoluciones y los correspondientes estándares máximos permisibles.

La UNE ISO 1996 – 1:2005 [2] e UNE ISO 1996 – 2:2009 [3] tienen por fundamento la respuesta potencial a la molestia que se causa a partir del ruido y por ello definen términos correctores para ajustar, penalizar y corregir ruidos con características determinadas, y que ocasionan una molestia específica. Partiendo de ellos, incorporan el término de “Nivel de evaluación”, sobre el cual se comparan los estándares máximos permisibles, con lo cual, el cumplimiento no se realiza con la medición neta si no con el nivel obtenido a partir de ella más los correctores que se les han añadido para estimar la molestia.

Esta norma, deja vía libre para que cada Autoridad Ambiental defina los límites que se pueden seguir para el ruido medioambiental, es decir, que es la guía para determinar los niveles de presión sonora base en la evaluación del ruido ambiental, bien sea por cálculo, por medición directa y por extrapolación de los resultados de las mediciones tras la realización de un procesamiento de datos, no obstante, quien determina si tales niveles corresponden o no al confort acústico, es la normativa nacional aplicable a cada territorio (Res 0627/06 [1]).

### 4.3 NORMATIVA INTERNACIONAL ISO 9613

Esta referencia normativa (ISO 9613-1:1993 [4] / ISO 9613-2:1996 [5]) especifica un método ingenieril para calcular la atenuación de sonido durante la propagación en exteriores, lo cual se traduce en la predicción de los niveles de ruido ambiental a una distancia específica a partir de la caracterización de la emisión acústica de los diversos focos sonoros existentes (variedad de fuentes). Este método es el estándar de cálculo empleado en el software de modelación, capaz de predecir el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (como se describe en la ISO 1996 [2]) bajo condiciones meteorológicas favorables para la propagación, todo ello a partir de fuentes de emisión con un nivel de ruido conocido.

La aplicación de esta normativa en el presente proyecto demarcó el cálculo y la extrapolación de niveles en toda la extensión de Jamundí, a partir de una malla de procesamiento, empleando las siguientes teorías acústicas:

- Divergencia geométrica
- Absorción atmosférica
- Efecto del suelo
- Reflexiones de superficies
- Apantallamiento por obstáculos

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

## 5 METODOLOGÍA

En los siguientes apartados se muestran los procedimientos utilizados para el trabajo en campo, las fórmulas para el cálculo de los niveles de presión sonora y la metodología implementada en el cálculo de incertidumbre de medición y modelación.

La ejecución del proyecto de actualización del MER de Jamundí llevada a cabo por K2 Ingeniería se enmarcó en los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). La metodología seguida en todo el estudio se detalla bajo el siguiente diagrama:

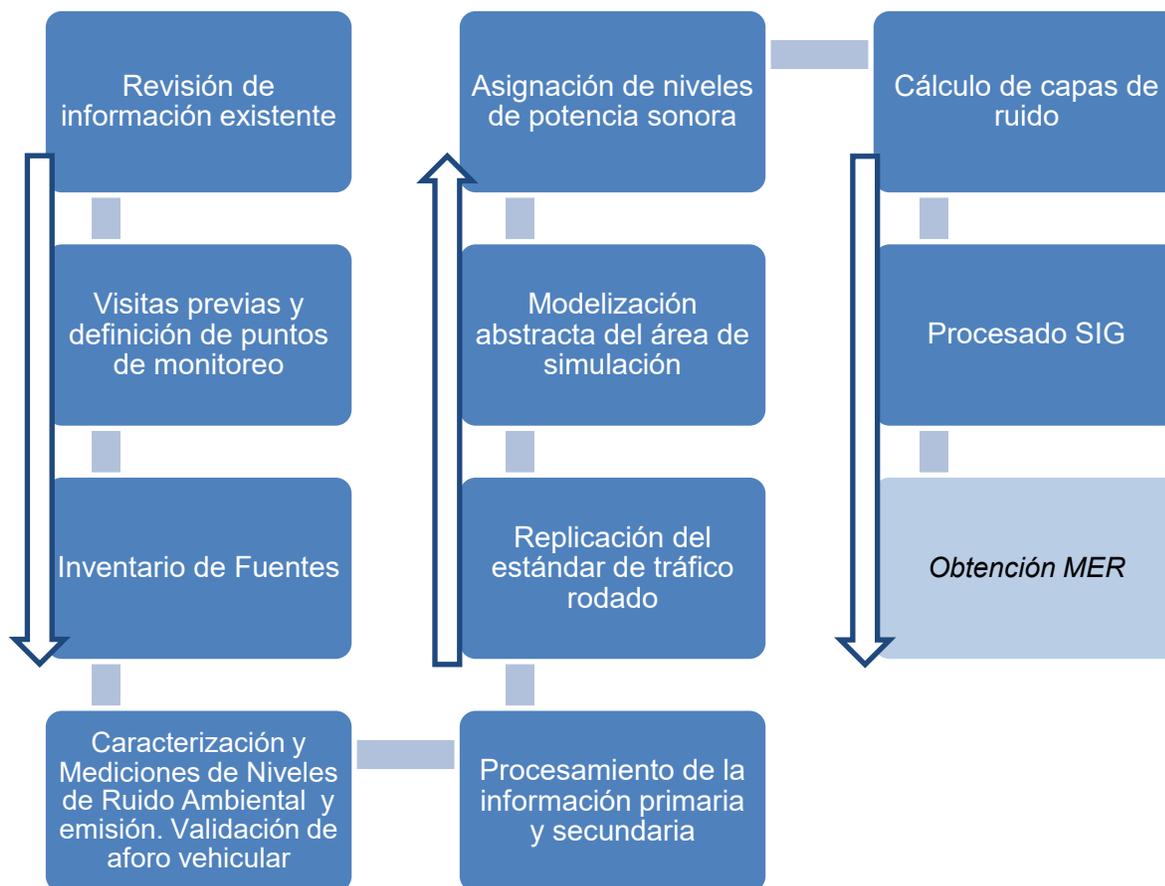


Ilustración 9. Metodología general del estudio

Fuente: Propia (Estudio Actual)

La actualización de los mapas de ruido se realizó elaborando mapas estratégicos que involucran sectores productivos o fuentes específicas como las fuentes móviles, para lograr identificar las zonas con mayores y menores niveles de ruido ambiental.

A continuación, se mencionan las actividades ejecutadas para lograr la elaboración de estos informes:

#### Solicitud y Revisión de Información:

- Identificación de zonas de trabajo, denominadas zonas de especial atención (ZEA), que son las zonas donde se presentan las quejas por ruido, o donde se concentra la mayor actividad generadora de este contaminante.
- Identificación puntos cámaras de video utilizadas en aforos vehiculares
- Revisión de los informes de mapas de ruido 2010.
- Revisión de fichas normativas de comunas (FCN), áreas de actividad en suelo urbano y de expansión, sistema de espacio público en suelo urbano y de expansión-Esc, modelo de ordenamiento en suelo urbano y de expansión-C y modelo de ordenamiento municipal-NC.
- Recopilación de quejas y reclamos de la comunidad.
- Definición de zonas especial de atención y puntos de medición (emisión y ambiental).

#### Trabajo de campo:

- Inventario preliminar de fuentes de ruido en las zonas delimitadas.
- Instalación estación fija de ruido de medición continua.
- Medición zonas tranquilas de ruido.
- Mediciones de ruido ambiental zona de especial atención (ZEA)
- Mediciones de ruido ambiental puntos adicionales.
- Mediciones de emisión de ruido zona de especial atención (ZEA)

#### Análisis y cálculo de emisiones:

- Se realizó el procesamiento de información primaria y secundaria obtenida.
- Modelización abstracta del área de simulación.
- Asignación de niveles de potencia sonora.
- Cálculo de las capas de ruido.
- Procesamiento SIG.
- Elaboración de mapas estratégicos de ruido.

### **5.1 ACTIVIDADES DE MEDICIÓN E INVENTARIO DE FUENTES**

Una de las actividades importantes en el proceso de construcción los MER fue la medición de ruido ambiental y de emisión. Estas se realizaron con base a la norma ya mencionada, donde también, se caracterizaron las diferentes fuentes de ruido (tráfico en carretera, focos industriales, zonas comerciales, y sector de servicios).

Las medidas se extendieron en el total de siete (7) ZEA (Zonas de Especial Atención), en cada una de las cuales se ubicó un equipo que realizó muestreo de ruido en cinco (5) puntos diferentes para los puntos ambientales y, paralelo a ello, se realizó la caracterización de los diferentes focos de ruido. Las mediciones de ruido de emisión se realizaron conforme la cantidad de fuentes emisoras en cada ZEA, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de los establecimientos a caracterizar.

Las fuentes fijas durante el monitoreo de ruido ambiental fueron inventariadas tal como se observa en el formato adjunto dentro del Anexo digital 1, donde se puntualizaron detalles como la georreferenciación usando coordenadas WGS 84, la altura promedio de edificaciones, el material de las fachadas, la ubicación respecto al punto de medición, el tipo de actividad, y la fuente principal de emisión.

## 5.2 RUIDO AMBIENTAL

La metodología empleada para la medición de ruido ambiental se fundamentó en la ya mencionada norma UNE-ISO 1996 [2], esta norma está aprobada en el inciso b del capítulo II de la resolución 0627 de 2006: “*Las medidas de niveles de ruido ambiental con ponderación A, se efectúan teniendo en consideración la norma ISO 1996 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya*”. De igual manera en el artículo 1° de la misma norma define: “*...Los términos técnicos no definidos expresamente, deberán asumirse de acuerdo con el glosario publicado por la International Standard Organization (ISO), en especial las definiciones contempladas en la ISO 1996*”. Las mediciones se dividieron en dos tipos, tal como se explica a continuación.

### 5.2.1 MUESTREO TEMPORAL

El muestreo temporal consistió en la toma de registros continuos en quince (15) días para establecer la evolución del ruido y diferenciar las noches del fin de semana, de los días laborables. Estos registros se tomaron en dos (2) puntos representativos dentro del municipio, capturando la información temporal del ruido en el entorno.

### 5.2.2 MUESTREO ESPACIAL

El muestreo espacial consistió en mediciones de ruido ambiental de 15 minutos de duración para obtener la información de ruido ambiental del sector asociado a los diferentes tipos de fuentes. Estos registros se tomaron en cinco (5) puntos dentro de cada zona de especial atención para un (1) día ordinario y para un (1) día domingo, diferenciando los periodos diurno y nocturno de conformidad con la Resolución 0627 [1], y teniendo en cuenta las consideraciones metodológicas de la norma UNE-ISO 1996-2:2009 [3].

Es de aclarar que para las fuentes con predominancia nocturna los fines de semana, las mediciones del día ordinario se realizaron entre jueves, viernes y sábado entre las 21:01 horas y las 2:00 horas como periodos de máxima emisión.

## 5.3 RUIDO DE EMISIÓN

Una vez terminadas las mediciones de muestreo temporal y muestreo espacial, se realizaron mediciones de emisión de ruido en cantidad suficiente para cubrir las predominancias del inventario de fuentes de cada ZEA y ZTR en particular. Las mediciones se llevaron a cabo conforme al estándar normativo ya mencionado.

Se seleccionaron los diferentes tipos de fuente dentro de cada zona de especial atención, y, al hacer la medición de éstas, se buscó obtener una caracterización individual (ruido

específico) la cual fue tomada en cuenta para determinar los niveles de potencia sonora de las mismas a utilizar en la etapa de modelación.

#### 5.4 CONSOLIDADO DE MEDICIONES

En total 139 puntos fueron distribuidos en todo el municipio, repartidos en los siguientes tipos de medición.

Tabla 18. Consolidado de Puntos Muestreados

Clasificación	Descripción	Tipo de Medición*	Puntos por Tipo	Total de Puntos
Zonas de Especial Atención	ZEA1	RA	5	10
		ER	5	
	ZEA2	RA	5	21
		ER	16	
	ZEA3	RA	5	24
		ER	19	
	ZEA4	RA	5	19
		ER	14	
	ZEA5	RA	5	10
		ER	5	
	ZEA6	RA	5	11
		ER	6	
	ZEA7	RA	5	15
		ER	10	
Zonas de Tranquilidad	ZTR1	RA	2	2
		ER	-	
	ZTR2	RA	2	2
		ER	-	
	ZTR3	RA	2	4
		ER	2	
	ZTR4	RA	2	2
		ER	-	
	ZTR5	RA	2	2
		ER	-	
Otros	Adicionales de Validación	RA	15	15
	Estación fija	CONTINUO	2	2
<b>TOTAL DE PUNTOS MUESTREADOS EN EL MUNICIPIO</b>				<b>139</b>

Fuente: Propia (Estudio Actual)

\*RA= Ruido Ambiental, ER= Emisión de Ruido

#### 5.5 PARÁMETROS DE MEDICIÓN

Los indicadores medidos tanto en los puntos de muestreo Temporal como Espacial son los siguientes:

- Espectro en Bandas de  $1/3$  octavas (16 Hz a 20 kHz)

- $L_{eq}$
- $L_{I_{eq}}$
- $L_{max}, L_{min}$
- $L_{90}, L_{10}$
- $L_{C_{Peak}}$

Las ponderaciones aplicadas fueron:

- Ponderación Temporal *Slow* e *Impulse*
- Ponderación Frecuencial [Z] y [A]

Con base a estos parámetros de medición se obtuvieron otros indicadores de Ruido, tales como:

- $L_{RAeq,T}$  [dBA]: Nivel equivalente total corregido con ponderación [A], o nivel de evaluación en un tiempo  $T$ . Los intervalos temporales fueron  $D$  para la jornada diurna,  $N$  para la jornada Nocturna.
- $L_W$  [dBA]: Nivel de potencia acústica por banda de octava con ponderación [A].

## 5.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

### 5.6.1 CÁLCULO DE NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE CORREGIDO

Haciendo uso del software dBTrait 5.5, se obtuvo el nivel continuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , para 15 minutos en cada jornada de medición y en ponderación A. Teniendo en cuenta las especificaciones de la normativa nacional, la información producto de las mediciones se corrigió por impulsividad ( $K_t$ ) y tonalidad ( $K_i$ ) para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A,  $L_{RAeq,T}$ .

Se debe resaltar que los niveles corregidos de presión sonora, son los que se compararon con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental como se establece en el Artículo 6 “ajustes” parágrafo segundo de la Resolución 627 de 2006 [1].

Las correcciones, en decibeles ponderados A, se efectuaron de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$L_{RA(X),T} = L_{A(X),T} + (K_I, K_T)$$

Ecuación 1

Dónde:

- $K_I$  es un ajuste por impulsos en dB(A).
- $K_T$  es un ajuste por tono y contenido de información en dB(A).
- $K_R(X)$  corresponde a cualquiera de los parámetros de medida.

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

## 5.6.2 CÁLCULO DE LA EMISIÓN O APOORTE DE RUIDO

Como se mencionó anteriormente, el MER del municipio fue desarrollado metodológicamente bajo la Norma Internacional ISO 9613-1:1993 Acústica. Atenuación del sonido durante su propagación al aire libre. Parte 1: Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera [4], e ISO 9613-2:1996 Acústica. Atenuación del sonido durante su propagación al aire libre. Parte 2: Método de cálculo general [5].

Las predicciones de niveles con base a la norma ISO 9613 [4] estuvieron basadas en niveles de potencia acústica de cada fuente en bandas de octava. El software de modelación empleó sus algoritmos para determinar las atenuaciones que afectan la propagación del ruido, lo que permitió calcular el efecto de la divergencia esférica que se propaga en campo abierto desde una fuente puntual (cada foco emisor de ruido) y la atenuación debido a la absorción atmosférica durante una propagación a una distancia dada.

Partiendo de ello, con el software de modelación se obtuvo la energía acústica en cada punto de la malla de cálculo, considerando los diversos efectos resultantes en una propagación real del sonido, como la atenuación del suelo, la atenuación de los objetos naturales (cerros, quebradas, etc.) o artificiales (edificios, muros, etc.).

Los niveles de potencia acústica fueron estimados partiendo desde la formulación de la misma norma:

$$L_w = L_{eq} + 20 \log(r) + 10.9 - 10 \log(Q)$$

Ecuación 2

Dónde:

- $L_{eq}$  es el Nivel Continuo Equivalente medido.
- $r$  es la distancia existente entre la fuente y el punto de medida expresada en metros.
- $Q$  es el Factor de Directividad, que para todos los casos se idealizó a la unidad (1).

A su vez, la constante +10.9 se deriva de la siguiente formulación:

$$10 \log(4\pi) = 10.9$$

Ecuación 3

La Ecuación 2 también puede ser expresada como:

$$L_w = L_{dmre} + 20 \log\left(\frac{dmre}{1.0 m}\right) + 10 \log(4\pi)$$

Ecuación 4

Dónde:

- $L_{dmre}$  es el nivel de ruido específico
- $dmre$  es la distancia horizontal de medición de ruido específico medida en metros
- $L_w$  el nivel de potencia sonora.

## 5.7 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Se realizaron mediciones de meteorología in situ para cada uno de los monitoreos realizados en las zonas de estudio con el fin de constatar que las mediciones de ruido realizadas cumplieran con los requisitos técnicos exigidos por la Resolución 0627 de 2006 [1]. Para los datos meteorológicos que fueron ingresados al modelo, se utilizó meteorología WRF de todo el año 2017 obtenida para el municipio de Jamundí.

En las siguientes tablas se presentan las referencias de escalas utilizadas para la clasificación de las precipitaciones y vientos respectivamente.

Tabla 19. Escalas de precipitación

DENOMINACIÓN	PRECIPITACIÓN DIARIA (mm)	PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)
Escasa	0 - 5	0 - 20
Ligera	6 - 10	21 - 40
Moderada	11 - 20	41 - 80
Fuerte	21 - 50	81 - 200
Muy Fuerte	51 - 70	201 - 280
Intensa	> 70	> 281

Fuente: Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes (Secretaría Distrital de Ambient - Dirección de Control Ambiental, 2008)

Tabla 20. Escala de velocidad del viento - Beaufort

DENOMINACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
Calma	0.0 – 0.2
Ventolina	0.3 – 1.5
Brisa suave	1.6 – 3.3
Brisa leve	3.4 – 5.4
Brisa moderada	5.5 – 7.9
Brisa fresca	8.0 – 10.8
Brisa fuerte	10.9 – 13.8
Viento fuerte	13.9 – 16.9
Viento duro	17.0 – 20.5
Muy duro	20.6 – 24.1
Temporal	24.2 – 28.3
Borrasca	28.4 – 32.6
Huracán	32.7

Fuente: La Observación Meteorológica [10]

Los resultados de la caracterización meteorológica se presentan a continuación, los datos de meteorología WRF se presentan en el Anexo digital 6.

### 5.7.1 Temperatura

Las variaciones de temperatura tienen una neta influencia sobre la densidad del aire, y por lo tanto, sobre la velocidad de propagación de las ondas sonoras.

$$c = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)}; \text{ derivada parcial de la presión con respecto de la densidad a entropía constante.}$$

La velocidad del sonido varía ante los cambios de temperatura del medio, puesto que un aumento de la temperatura se traduce en un aumento de la frecuencia con que se producen las interacciones entre las partículas que transportan la onda, y este aumento de actividad hace aumentar la velocidad.

En la siguiente ilustración se esquematiza el comportamiento de la temperatura promedio mensual registrada en la estación meteorológica. Los valores medidos presentaron variaciones entre 22.77°C (valor mínimo) y 24.69°C (valor máximo) registrados los meses de noviembre y septiembre, respectivamente. El promedio de temperatura del periodo es de 23.53°C.

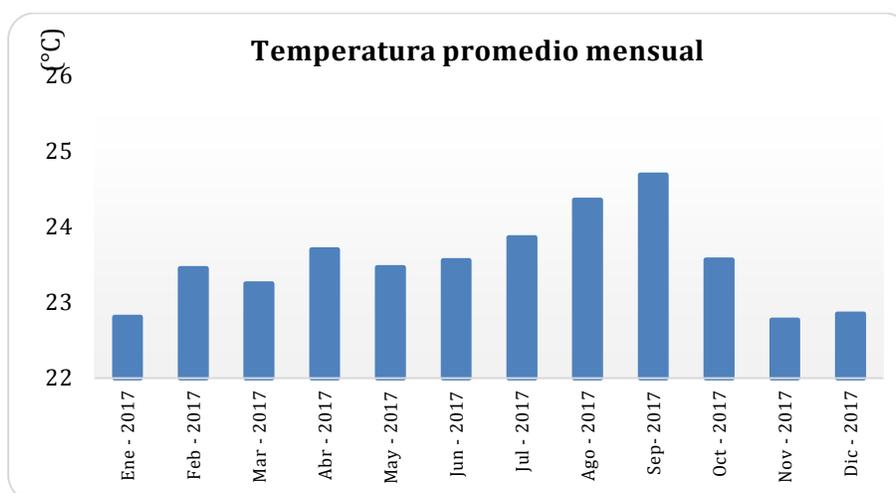


Ilustración 10. Temperatura promedio mensual

Fuente: Propia (Estudio Actual)

### 5.7.2 Precipitación

En la Ilustración 11 se indica el comportamiento de la precipitación acumulada diaria. La precipitación acumulada durante el periodo de monitoreo fue de 12.18 mm de agua, donde se presentaron los mayores registros de precipitaciones durante los meses de abril octubre y noviembre, con lo cual se puede afirmar que durante el periodo en el cual se realizaron

las mediciones de ruido ambiental, en términos generales no se registraron lluvias, lo que indica que las mediciones son representativas para un periodo relativamente seco.

Teniendo en cuenta el acumulado mensual presentado en la siguiente ilustración y la información suministrada en la Tabla 19, la precipitación se encuentra en un rango de 0 - 20 mm de agua/mes clasificándose como “Escasa”.

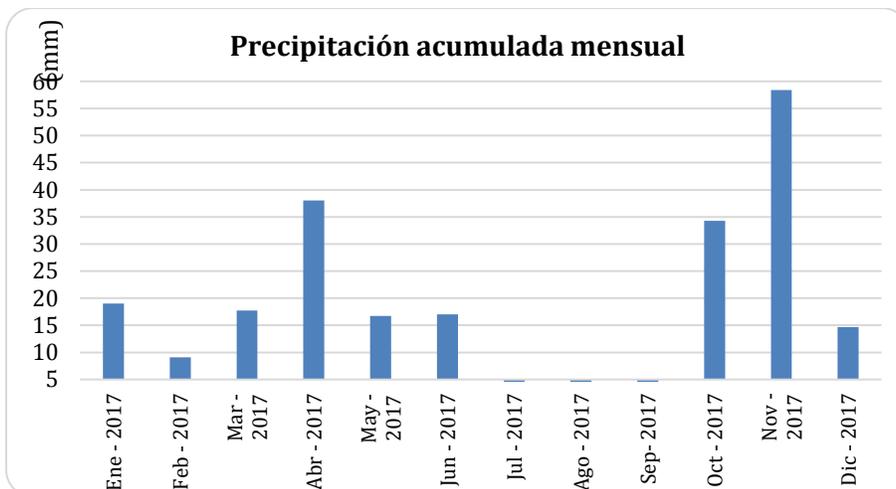


Ilustración 11. Precipitación acumulada mensual  
Fuente: Propia (Estudio Actual)

### 5.7.3 Dirección y velocidad del viento

En la siguiente ilustración se esquematiza el comportamiento de la dirección promedio del viento mensual de la estación durante el periodo de monitoreo, la cual se encuentra con una fuerte tendencia hacia el norte y noroeste.

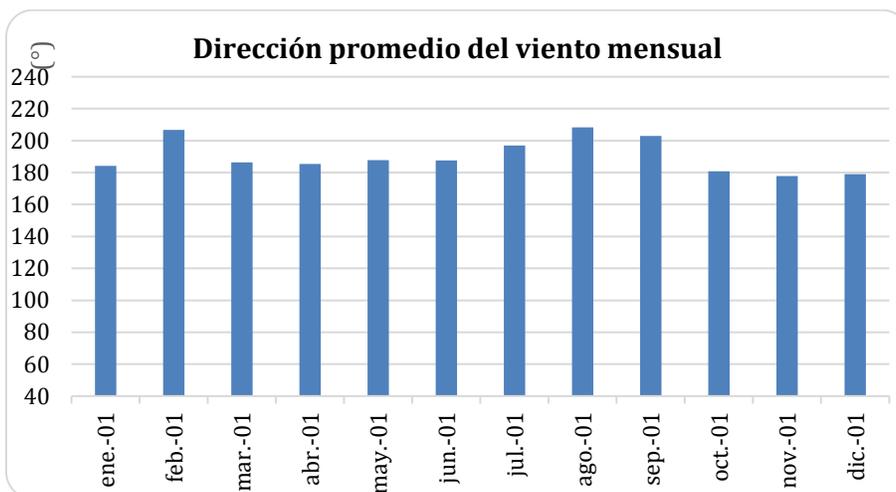


Ilustración 12. Dirección promedio del viento mensual  
Fuente: Propia (Estudio Actual)

Por medio de la Ilustración 13, se puede apreciar que el promedio de velocidad del viento es de 1.74 m/s. La velocidad más elevada se presentó entre los meses de agosto y septiembre, con un valor promedio de 2.15 m/s, mientras que el promedio más bajo de velocidad fue de 1.48 m/s y se presentó durante el mes de junio.

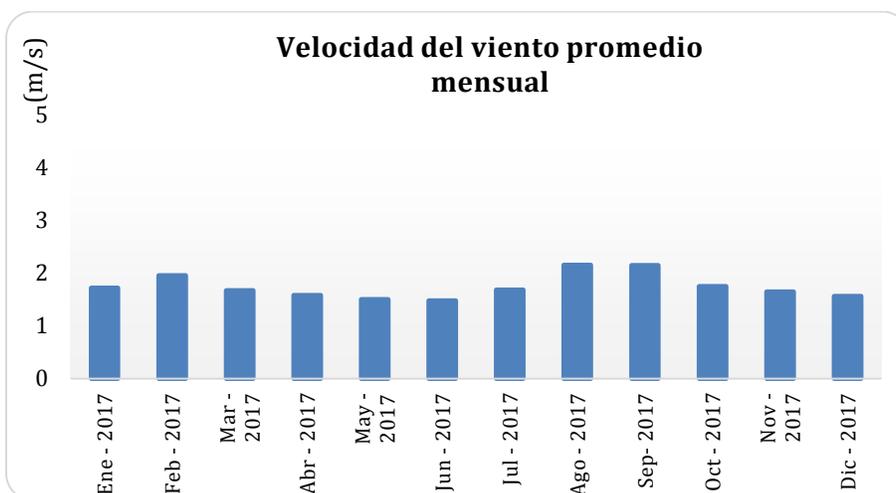


Ilustración 13. Velocidad del viento promedio mensual

Fuente: Propia (Estudio Actual)

En la Ilustración 14 se puede visualizar la rosa de vientos obtenida para la zona de estudio durante el periodo de monitoreo. Se destaca una predominancia de los vientos provenientes de la dirección norte y noroeste, con el mayor número de registros, alcanzando velocidades entre los 5.7 m/s y 8.8 m/s.

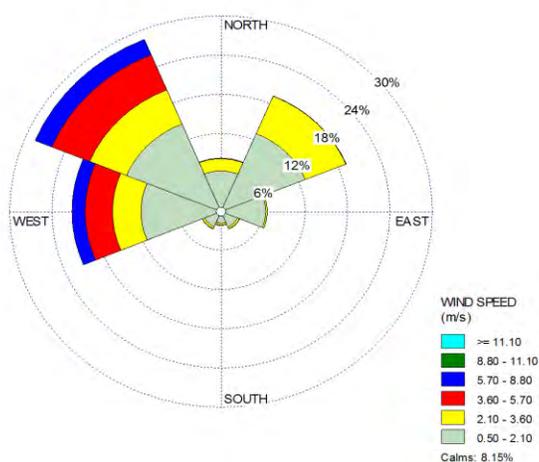


Ilustración 14. Rosa de viento

Fuente: Propia (Estudio Actual)

### 5.7.4 Humedad relativa

En la Ilustración 15 se presenta el comportamiento de la humedad relativa promedio registrada en la estación meteorológica. La variación de los promedios de humedad osciló entre el 64.63 % (valor mínimo) y el 74.53 % (valor máximo). El promedio de humedad durante el periodo de monitoreo fue del 70.41 %.

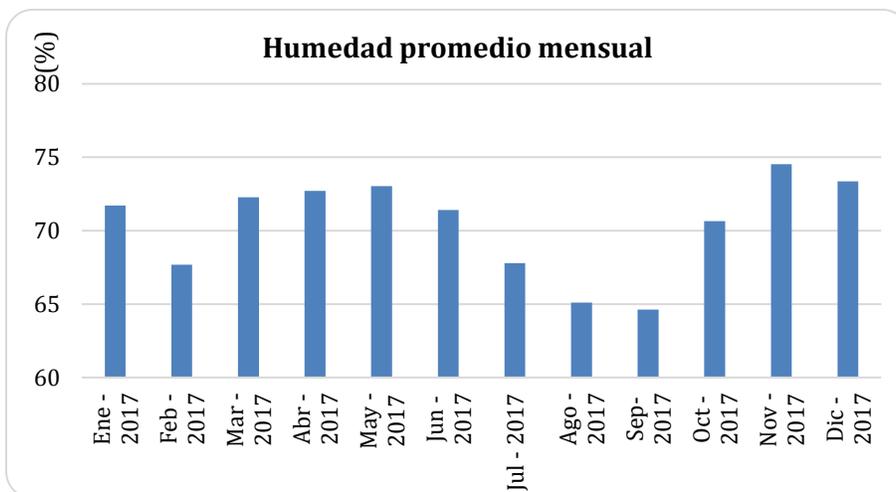


Ilustración 15. Humedad promedio mensual  
Fuente: Propia (Estudio Actual)

### 5.7.5 Presión Barométrica

En la Ilustración 16 se presenta de manera gráfica el comportamiento de la presión barométrica promedio mensual registrada. La variación de los promedios de presión osciló entre 909.46 mbar y 910.82 mbar, los cuales corresponden a los valores mínimo y máximo reportados. El promedio durante el periodo de monitoreo fue de 910.19 mbar.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

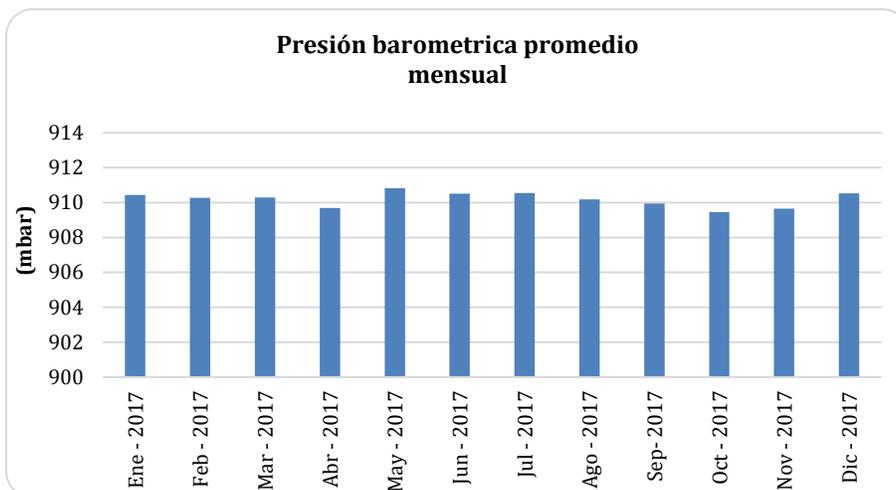


Ilustración 16. Presión barométrica mensual

Fuente: Propia (Estudio Actual)

## 5.8 INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

Para toda actividad de mediciones acústicas, los eventos presentes en el transcurso de la captura, los implementos que atraviesan el registro sonoro, la variabilidad de las condiciones atmosféricas y demás factores, influyen en el nivel de confianza que se puede asociar a los resultados.

A causa de tales comportamientos, el resultado de una medida de ruido puede verse influenciado, con lo cual, todas las fuentes de contribución de incertidumbre se pueden cuantificar según dos tipos:

- Incertidumbre Tipo A. Aquellas que se evalúan a partir de una serie de observaciones, por tanto, se basa en criterios de repetitividad.
- Incertidumbre Tipo B. Aquellas que se evalúan por otros medios (apoyándose en juicios científicos, estadística heredada de certificados de calibración, etc.)

El procedimiento seguido en este informe está ajustado a los estándares de la ISO/FDIS 1996-2:2015 para el cálculo general de la incertidumbre expandida.

En este caso, la incertidumbre de los niveles de presión sonora fue cuantificada teniendo en cuenta diferentes factores que afectan la fiabilidad de los resultados registrados, tales como la fuente sonora, la distancia de la fuente respecto al punto de medición, el ruido de fondo y la relación señal/ruido, las condiciones meteorológicas, entre otros.

La normativa en mención determina el procedimiento por el cual se calculó la incertidumbre de las mediciones de ruido ambiental y se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 21. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre

INCERTIDUMBRE TÍPICA				INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA
Debido a la Instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual		
A [dB]	X [dB]	Y [dB]	Z [dB]	$\sigma_t = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ [dB]	$\pm 2\sigma_t$ [dB]

Fuente: ISO 1996-2:2009 [2]

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para obtener cada uno de los ítems de la tabla anterior.

### INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO A LA INSTRUMENTACIÓN

La ISO 1996-2:2007 para instrumentación tipo 1 recomienda una incertidumbre típica máxima de  $\pm 1$  [dB], con lo cual, siguiendo el modo de estimación basado en la Ley de Propagación de Incertidumbres documento GUM [6] y la información del National Physical Laboratory of Uk [7], se adoptó para la instrumentación de este estudio una cuantificación de  $\pm 0.36$  [dB].

### INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDA A LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

El segundo factor que se tuvo en cuenta fue la condición de funcionamiento de la fuente, en este caso al tratarse de fuentes mixtas, pues la incertidumbre fue acotada a las mediciones de emisión a partir de las cuales se obtuvieron los niveles de potencia acústica que ingresaron al modelo, esta componente se cuantificó de la siguiente manera:

$$X = \sigma_{Sou} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{mi} - \bar{L}_m)^2}{n - 1}} \text{ [dB]}$$

Ecuación 5

La anterior ecuación corresponde a la desviación típica de las mediciones de corta duración realizadas.

### INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO A LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para el caso específico de este informe y las condiciones con las que se efectuó la medición, esta contribución de incertidumbre se iguala al siguiente factor:

$$Y = \sigma_M = 0,5 \text{ [dB]}$$

Ecuación 6

Lo anterior, debido a que según la norma ISO/FDIS 1996-2:2015 se puede cuantificar tal contribución de esta forma en los casos donde el punto de medición no está bajo

condiciones de “sombra acústica”<sup>1</sup>, y la superficie del terreno entre la fuente y la posición de medición es dura, con lo cual la desviación típica inducida por el clima se puede “omitir” parcialmente dando como resultante el valor dictado anteriormente.

### INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO AL SONIDO RESIDUAL

El último factor que se tuvo en cuenta para estimar la incertidumbre de medición fue el ruido residual, esta incertidumbre  $Z$  varió dependiendo de la diferencia entre los valores medidos y el nivel residual del mismo punto (que para el caso de esta cuantificación se asumió con las mediciones sin evento).

Para calcular la incertidumbre del nivel sonoro residual se empleó la ecuación siguiente:

$$Z = \sqrt{|(\sigma_s)^2 - (\sigma_0)^2|}$$

Ecuación 7

Dónde:

$\sigma_s$ : Incertidumbre del nivel sonoro específico.

$\sigma_0$ : Incertidumbre del nivel sonoro total medido actual.

$Z$ : Incertidumbre del nivel sonoro residual.

### INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA

Una vez cuantificada cada una de las fuentes de contribución de incertidumbre, se realizó el cálculo de la incertidumbre típica combinada por medio de la siguiente ecuación:

$$U_c = \sigma = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

Ecuación 8

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA

Teniendo todos los factores de contribución de incertidumbre y su respectivo coeficiente, se calculó la incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida fue caracterizada con un  $k = 2$ , con lo cual el término quedó definido como:

$$U = k * u_c$$

Ecuación 9

De este modo se obtuvo un valor representativo a cada punto, y dada la cantidad elevada de los mismos, se escogió el valor de incertidumbre más representativo a cada ZEA,

---

<sup>1</sup> Cada uno de los puntos de monitoreo fueron evaluados en campo para cumplir con el criterio descrito.

divididas de esta manera, teniendo en cuenta la distribución espacial que simboliza el muestreo en cada zona.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 22. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada

ZEA	U [dB] INCERTIDUMBRE EXPANDIDA			
	ORDINARIO DIURNO	ORDINARIO NOCTURNO	DOMINICAL DIURNO	DOMINICAL NOCTURNO
ZEA1	±1.22	±1.33	±1.36	±1.59
ZEA2	±1.28	±1.29	±1.24	±1.37
ZEA3	±1.37	±1.22	±1.60	±1.29
ZEA4	±1.41	±1.24	±1.36	±1.24
ZEA5	±1.38	±1.57	±1.23	±1.24
ZEA6	±1.32	±1.23	±1.38	±1.32
ZEA7	±1.56	±1.34	±1.41	±1.38

Fuente: Propia (Estudio Actual)

Con base a lo anterior, y partiendo de un factor de cobertura de K=2 para un nivel de confianza del 95%, el mayor valor de incertidumbre de medición asociado a este estudio es de  $\pm 1.60$ [dBA].

## 5.9 MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

Con el fin de realizar los aforos o conteos vehiculares en las vías de transporte terrestre (principales, secundarias y de bajo tráfico vehicular), se identificaron los puntos en el municipio de Jamundí, donde se realizaron los aforos instalando cámaras de video de alta resolución en intercepciones de vías principales y vías secundarias o vías secundarias con vías terciarias, que permitan aforar dos tipos de vías en un punto. Los puntos seleccionados donde se ubicaron las cámaras para realizar los aforos vehiculares se describen en la Tabla 23.

Tabla 23 Puntos identificados para realizar aforos vehiculares

N.º de Punto	Vía de aforo vehicular Jamundí
1	Avenida circunvalar - Carrera 10
2	Vía Río Claro - Calle 11 sur
3	Vía Panamericana – Carrera 50 sur
4	Carrera 10 – Calle 27 (tecnoquímicas)
5	Vía Chipaya – Avenida Cañas Gordas
6	Cra. 18 – Calle 11
7	Calle 19 – Cra. 14a
8	Cra. 7 - Calle 11

Fuente: Propia (Estudio Actual)

En la Ilustración 17 se muestran los puntos donde se ubicaron las cámaras de video para realizar los aforos vehiculares en Jamundí.

El funcionamiento y la instalación de estas cámaras de video fueron definidos al inicio del proyecto, en donde se estimó una operación de grabación durante al menos 24 horas en cada punto. La información capturada fue utilizada para la determinación de los perfiles horarios en esas vías y posteriormente redistribuir en todo el municipio.

Adicional a estos aforos, se tuvieron en cuenta para los ajustes necesarios los aforos de 15 minutos que se realizaron al mismo tiempo que las mediciones de ruido ambiental.



Ilustración 17 Ubicación de cámaras de video para aforos vehiculares \_ Jamundí.

Fuente: Propia (Estudio Actual)

La siguiente ilustración muestra el consolidado de flujo vehicular por hora en las cámaras de grabación de video.

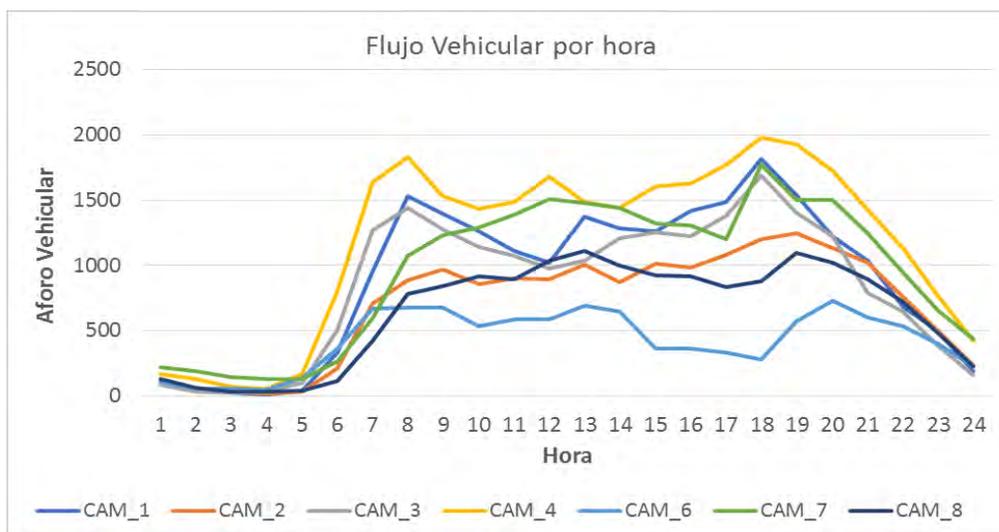


Ilustración 18. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria  
Fuente: Propia (Estudio Actual)

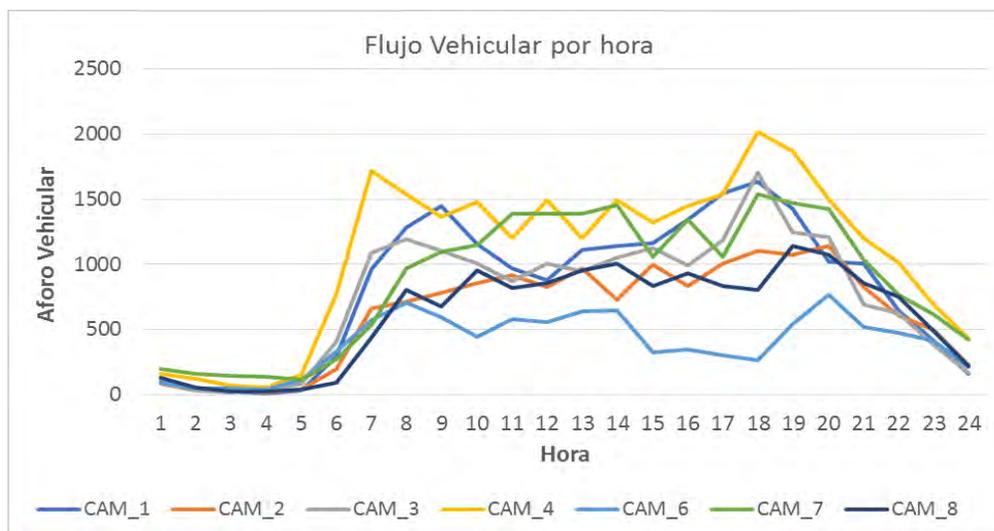


Ilustración 19. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical  
Fuente: Propia (Estudio Actual)

En el anexo digital 7 se presentan las tablas consolidadas de información vehicular utilizada en el modelo, incluido el flujo vehicular por hora y el porcentaje de vehículos pesados.

## 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de monitoreo de ruido ambiental y de emisión, cuyas mediciones fueron realizadas entre los meses de Mayo, Junio y Julio.

La medición en cada punto evaluado se realizó durante 15 minutos, según se estipula en el Artículo 5 de la resolución 627 de 2006, aplicando los ajustes correspondientes. Los niveles corregidos de presión sonora equivalente ponderados A, -LRAeq, T -, son los que se comparan con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental (véase Tabla 16).

En lo que respecta a los ajustes, se aplicaron teniendo en cuenta lo que estipula el artículo 6 de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 y se determinaron de acuerdo con el procedimiento del Anexo 2 de la misma Resolución. Las mediciones se corrigieron por tono ( $K_T$ ) y por impulso ( $K_I$ ), por lo que se realizaron ajustes de 3 a 6 dB(A) en las diferentes mediciones. Los valores en su mayoría aumentan con la presencia de fuentes que generan tonos a altas frecuencias e impulsos incrementando el LAeq final en un máximo de 6 dB(A). Los resultados no se corrigieron por bajas frecuencias - KS (instalaciones de ventilación y climatización) por la naturaleza de las fuentes identificadas y no se corrigieron por hora - KR ya que el valor calculado del LAeq se realizó tanto para horario diurno como nocturno, y no como un sólo valor de LAeq para el día y la noche.

### 6.1 RUIDO AMBIENTAL

#### 6.1.1 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en cinco puntos estratégicos ubicados en cada una de las zonas de especial atención durante las jornadas ordinaria y dominical en los horarios diurno y nocturno. Para comparar los resultados obtenidos con la Resolución 627 de 2006 del MADS, se consideró los puntos ubicados como sectores representativos del suelo: sector B. Tranquilidad y ruido moderado y el sector C. Ruido intermedio restringido.

##### 6.1.1.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 24 y Tabla 25 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada ordinaria en cada uno de los puntos para los horarios diurno y nocturno. Los ajustes se determinaron de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006, donde considerando todos los puntos de monitoreo, se ve que durante el periodo diurno tan solo el 5.7 % de los puntos no registran correcciones de nivel por componentes tonales o impulsivas, el 14.3 % tuvo una corrección de 6 dBA y el 77 % de 3 dBA, donde se puede decir que en la mayoría de puntos se pudo percibir componentes tonales e impulsivos de manera neta.

Tabla 24. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZEA

ZEA	Ordinario Diurno			
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LRAeq,D [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	68,3	3	71,3
	ZEA1PA2	68,0	3	71,0
	ZEA1PA3	64,1	3	67,1
	ZEA1PA4	62,1	6	68,1
	ZEA1PA5	63,8	3	66,8
ZEA2	ZEA2PA1	72,1	3	75,1
	ZEA2PA2	70,0	3	73,0
	ZEA2PA3	70,9	3	73,9
	ZEA2PA4	68,4	0	68,4
	ZEA2PA5	74,7	3	77,7
ZEA3	ZEA3PA1	66,3	3	69,3
	ZEA3PA2	74,5	6	80,5
	ZEA3PA3	70,9	3	73,9
	ZEA3PA4	73,4	6	79,4
	ZEA3PA5	70,3	6	76,3
ZEA4	ZEA4PA1	71,1	3	74,1
	ZEA4PA2	71,2	3	74,2
	ZEA4PA3	69,5	3	72,5
	ZEA4PA4	71,6	3	74,6
	ZEA4PA5	71,2	3	74,2
ZEA5	ZEA5PA1	68,4	3	71,4
	ZEA5PA2	67,2	3	70,2
	ZEA5PA3	67,5	3	70,5
	ZEA5PA4	67,1	6	73,1
	ZEA5PA5	66,3	3	69,3
ZEA6	ZEA6PA1	72,9	3	75,9
	ZEA6PA2	67,5	3	70,5
	ZEA6PA3	64,9	3	67,9
	ZEA6PA4	67,4	3	70,4
	ZEA6PA5	66,9	3	69,9
ZEA7	ZEA7PA1	61,8	3	64,8
	ZEA7PA2	64,1	3	67,1
	ZEA7PA3	64,4	3	67,4
	ZEA7PA4	64,6	0	64,6
	ZEA7PA5	64,8	3	67,8

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Tabla 25. Consolidado de ruido ambiental ordinario nocturno ZEA

ZEA	Ordinario Nocturno			
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LRAeq,D [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	62,4	3	65,4
	ZEA1PA2	65,1	3	68,1
	ZEA1PA3	65,5	3	68,5
	ZEA1PA4	57,6	3	60,6
	ZEA1PA5	58,7	6	64,7
ZEA2	ZEA2PA1	67,6	3	70,6
	ZEA2PA2	70,1	3	73,1
	ZEA2PA3	71,4	6	77,4
	ZEA2PA4	69,1	3	72,1
	ZEA2PA5	68,6	3	71,6
ZEA3	ZEA3PA1	57,7	3	60,7
	ZEA3PA2	56,0	3	59,0
	ZEA3PA3	57,4	6	63,4
	ZEA3PA4	65,5	6	71,5
	ZEA3PA5	59,0	3	62,0
ZEA4	ZEA4PA1	62,4	3	65,4
	ZEA4PA2	66,8	6	72,8
	ZEA4PA3	63,1	6	69,1
	ZEA4PA4	62,4	6	68,4
	ZEA4PA5	65,1	6	71,1
ZEA5	ZEA5PA1	58,7	3	61,7
	ZEA5PA2	61,8	6	67,8
	ZEA5PA3	60,3	6	66,3
	ZEA5PA4	60,8	3	63,8
	ZEA5PA5	58,4	6	64,4
ZEA6	ZEA6PA1	65,2	6	71,2
	ZEA6PA2	60,7	3	63,7
	ZEA6PA3	64,0	3	67,0
	ZEA6PA4	59,5	3	62,5
	ZEA6PA5	55,3	6	61,3
ZEA7	ZEA7PA1	61,7	3	64,7
	ZEA7PA2	61,6	6	67,6
	ZEA7PA3	60,1	6	66,1
	ZEA7PA4	59,1	6	65,1
	ZEA7PA5	56,9	3	59,9

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Las gráficas que se muestran a continuación comparan el indicador LRAeq diurno y nocturno para cada ZEA.

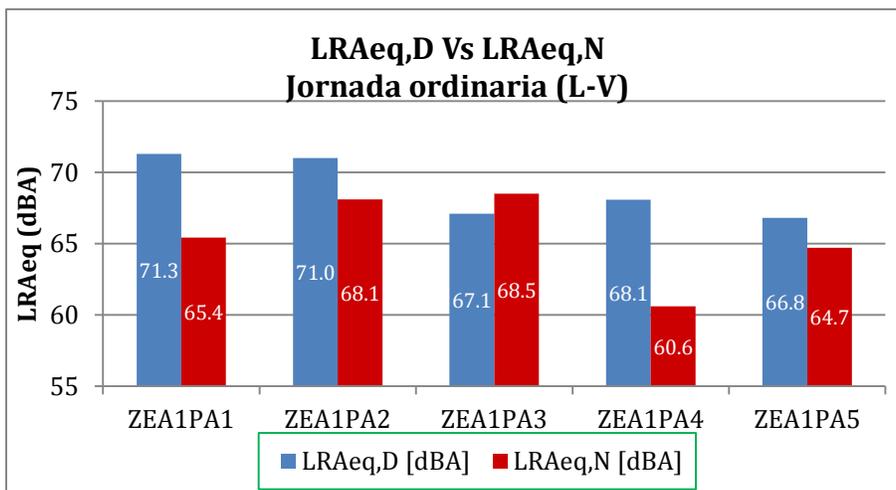


Ilustración 20. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 20 se puede observar que durante el día los niveles de presión sonora se mantienen constantes, durante el horario nocturno se ven valores dispersos, en donde en el 80 % de los puntos se registraron valores más bajos de ruido con relación a los vistos durante el periodo diurno, en el que los puntos 1 y 4 registran disminuciones de más de 6 dBA, donde se puede ver para el primer caso que la disminución se debe a que durante la jornada nocturna no se presentan las fuentes más predominantes como lo son las actividades deportivas y el flujo vehicular mixto, mientras que para el punto 4 se ve también una disminución del flujo vehicular, lo cual disminuye considerablemente los niveles durante la noche. Para el caso del punto 3, el aumento se debe a que el punto se ve influenciado por ruido de establecimientos nocturnos cercanos.

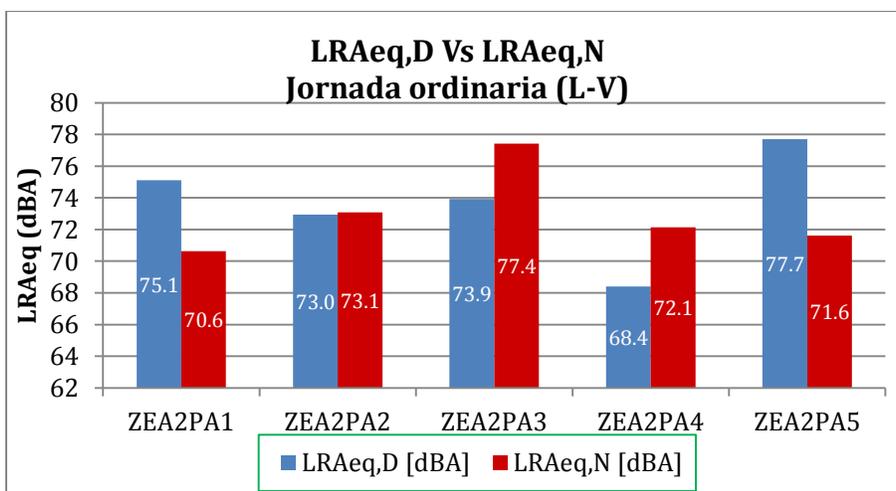


Ilustración 21. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

La Ilustración 21, refleja que el nivel de presión sonora durante la noche para casi todos los puntos de medición permanece dentro de un rango estrecho (70.6 ~ 73.1 dBA), es decir, no

se encuentran diferencias significativas a lo largo de la ZEA en la mayor parte de los puntos, sin embargo, en este periodo de la noche se ve un incremento en los puntos 3 y 4, debido en el primero al ruido proveniente de una pulidora cercana, lo cual incrementa hace de este punto el más afectado por ruido, y en el otro gracias al ruido proveniente de un establecimiento cercano. En el horario diurno se evidencia un incremento en dBA en el punto 5 debido al alto aforo vehicular sobre la carrera 11 y el paso peatonal.

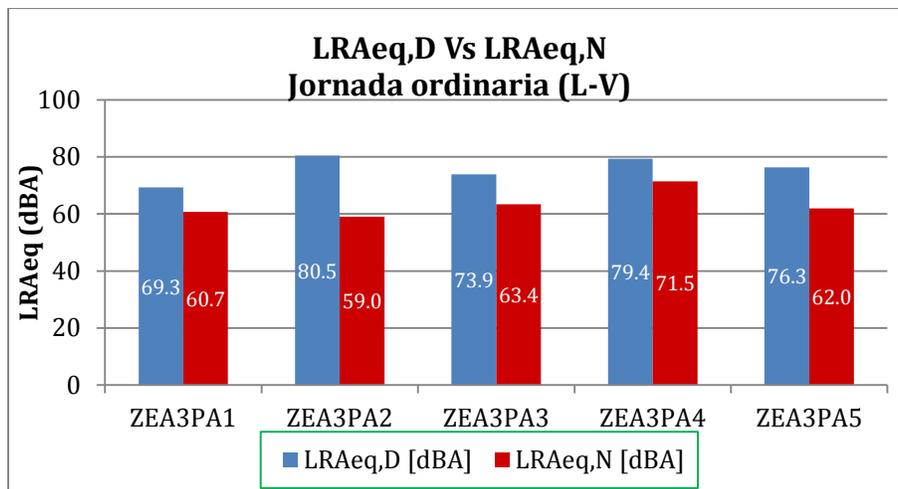


Ilustración 22. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la zona de especial atención tres (3) se puede observar gran homogeneidad entre puntos de medición por periodos del día y la noche, siendo en todos los casos menores los niveles durante el periodo nocturno. Se pueden ver valores superiores durante el día debido a las actividades como el perifoneo, música, trabajos en establecimientos locales y en la red eléctrica, los cuales oscilan entre los valores de 69.3 dBA hasta 80.5 dBA dados como valores mínimos y máximos en los puntos 1 y 2, siendo este último el más afectado por ruido debido a música de establecimientos cercanos, mientras que durante la noche este punto solo registra fuentes sonoras de poco nivel como personas hablando en la casa de la cultura y parque, existiendo una diferencia máxima entre periodos de medición de 26.5 dBA

En la Ilustración 23 se pueden visualizar los niveles de presión sonora con referencia al ruido ambiente que hay en los cinco (5) puntos de monitoreo durante la jornada completa, en el que se tienen unos niveles de ruido en general variaciones en el nivel sonoro entre jornadas de medición en los distintos puntos de monitoreo, pudiéndose ver en todos los puntos niveles sonoros inferiores durante la noche, en especial para el punto ZEA4PA1 y ZEA4PA4 donde se percibe en su mayor parte ruido del tráfico rodado de la calle 19.

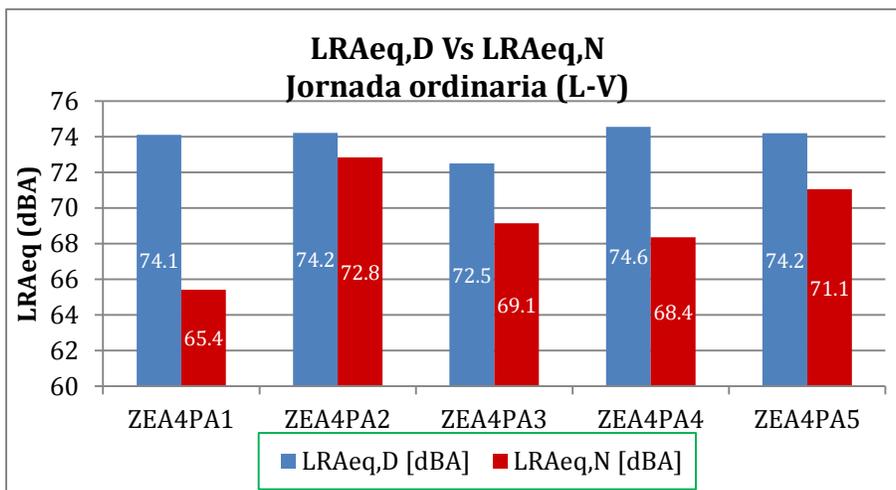


Ilustración 23. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

El punto ZEA4PA2 registra durante ambas jornadas niveles de ruido elevados de la zona de especial atención, donde se tiene durante el día ruido proveniente de música de establecimientos cercanos y en la noche del tráfico rodado. Durante el periodo diurno se tiene niveles superiores que oscilan entre los 72.5 dBA y 74.6 dBA, es decir que dentro de todos los puntos, existe una diferencia máxima de nivel de 2.1 dBA. La siguiente ilustración indica los resultados de medición dados para la ZEA 5.

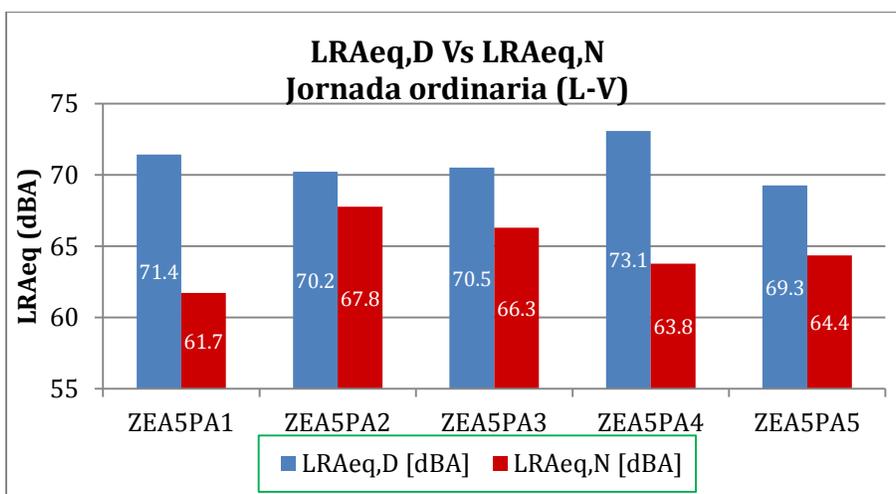


Ilustración 24. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

Se puede apreciar un incremento en el nivel corregido de presión sonora diurno con respecto a las mediciones realizadas en horas de la noche en todos los puntos de monitoreo, en especial en el punto 4 donde se percibe ruido proveniente de un establecimiento cercano, seguido del punto 1, donde se percibe ruido proveniente del tráfico rodado de la carrera 14 y de niños en su hora de descanso, con relación a un colegio cercano, es por esto también que durante la noche en este punto se tienen los niveles más

bajos de ruido de la zona, ya que estas actividades cesan durante la noche, percibiéndose solamente el poco ruido proveniente del tráfico rodado. En general se encuentran niveles de ruido similares en cada periodo del día, donde durante el periodo diurno se tienen niveles que oscilan entre los 69.3 dBA y 73.1 dBA y en la noche entre los 61.7 dBA y 67.8 dBA, siendo este un rango mas amplio.

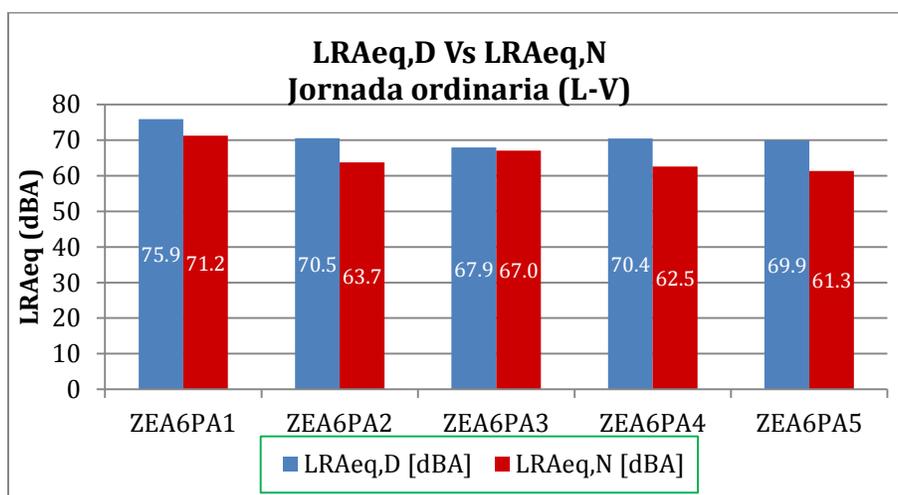


Ilustración 25. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la medición de ruido ambiental en la ZEA 6 se muestran en la Ilustración 25, en la cual se distingue que la mayoría de los puntos presentan niveles de presión sonora similares, con poca variación en jornadas de medición y entre los periodos del día y de la noche, donde se puede apreciar unos niveles inferiores de ruido en el 100 % de puntos de monitoreo, sobresaliendo el punto ZEA6PA5 al registrar el menor nivel sonoro durante la noche, con un valor de 61.3 dBA, donde se percibe en su mayoría el ruido del tráfico vehicular. A su vez, durante el periodo diurno, el punto ZEA6PA3 registra los valores más bajos de ruido, con un valor de 67.9 dBA, donde se alcanza a percibir en su mayor parte el ruido de la música de un amplificador cercano. Existe una diferencia máxima entre puntos de monitoreo de 8 dBA en el día y de 9.9 dBA en la noche, donde el punto ZEA6PA1 obtuvo los valores más elevados de ruido en ambas jornadas del día, donde se percibe en ambos periodos el ruido proveniente del tráfico rodado mixto por la carrera 7.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

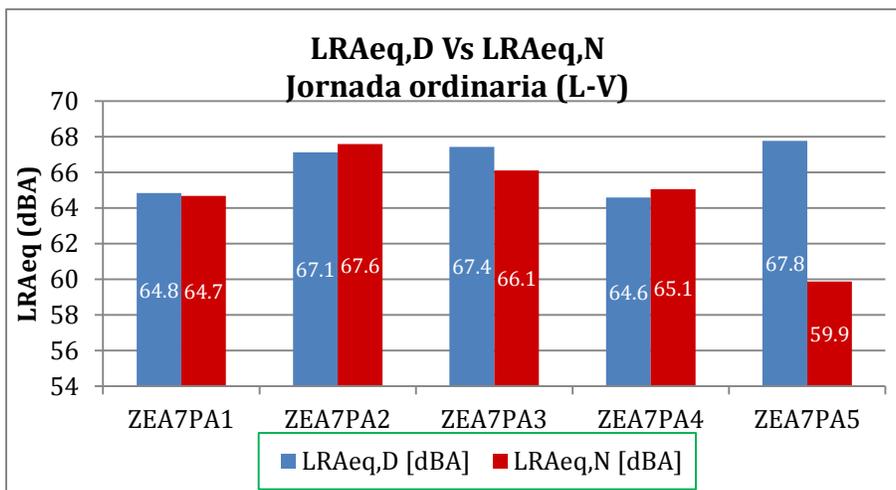


Ilustración 26. Niveles de ruido ambiental ZEA7 jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

Con relación a la anterior Ilustración 26, se pueden ver los niveles sonoros medidos durante la jornada del día y la noche en cada uno de los 5 puntos de medición, en el que se aprecia variedad en los niveles de ruido entre puntos, en especial en el punto ZEA7PA5, donde se tienen los niveles más elevados durante el periodo diurno, con un valor de 67.8 dBA debido en gran parte al paso de vehículos con perifoneo, mientras que durante la noche se registró el nivel más bajo de ruido, con un valor de 59.9 dBA, donde se percibe poco ruido por parte del tráfico rodado y el paso de personas. En el resto de puntos de medición se tienen valores similares en cada una de los periodos de monitoreo, con una diferencia máxima de 2.3 dBA para el día y de 2.9 dBA.

En la Tabla 26 y Tabla 27 se comparan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (LAeq) mostrado anteriormente con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

Tabla 26. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA

ZEA	Ordinario Diurno			
	ID	LRAeq,D [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	71,3	70	1,3
	ZEA1PA2	71,0	70	1,0
	ZEA1PA3	67,1	70	-
	ZEA1PA4	68,1	70	-
	ZEA1PA5	66,8	70	-
ZEA2	ZEA2PA1	75,1	65	10,1
	ZEA2PA2	73,0	65	8,0
	ZEA2PA3	73,9	65	8,9
	ZEA2PA4	68,4	65	3,4
	ZEA2PA5	77,7	65	12,7
ZEA3	ZEA3PA1	69,3	65	4,3

ZEA	Ordinario Diurno			
	ID	LR <sub>Aeq,D</sub> [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
	ZEA3PA2	80,5	65	15,5
	ZEA3PA3	73,9	65	8,9
	ZEA3PA4	79,4	65	14,4
	ZEA3PA5	76,3	70	6,3
ZEA4	ZEA4PA1	74,1	65	9,1
	ZEA4PA2	74,2	65	9,2
	ZEA4PA3	72,5	70	2,5
	ZEA4PA4	74,6	70	4,6
	ZEA4PA5	74,2	70	4,2
ZEA5	ZEA5PA1	71,4	70	1,4
	ZEA5PA2	70,2	65	5,2
	ZEA5PA3	70,5	65	5,5
	ZEA5PA4	73,1	65	8,1
	ZEA5PA5	69,3	70	-
ZEA6	ZEA6PA1	75,9	65	10,9
	ZEA6PA2	70,5	65	5,5
	ZEA6PA3	67,9	65	2,9
	ZEA6PA4	70,4	70	0,4
	ZEA6PA5	69,9	70	-
ZEA7	ZEA7PA1	64,8	65	-
	ZEA7PA2	67,1	65	2,1
	ZEA7PA3	67,4	65	2,4
	ZEA7PA4	64,6	65	-
	ZEA7PA5	67,8	65	2,8

Fuente: Propia (Estudio actual)

\* Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

Tabla 27. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA

ZEA	Ordinario Nocturno			
	ID	LR <sub>Aeq,N</sub> [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	65,4	55	10,4
	ZEA1PA2	68,1	55	13,1
	ZEA1PA3	68,5	55	13,5
	ZEA1PA4	60,6	55	5,6
	ZEA1PA5	64,7	55	9,7
ZEA2	ZEA2PA1	70,6	50	20,6
	ZEA2PA2	73,1	50	23,1
	ZEA2PA3	77,4	50	27,4
	ZEA2PA4	72,1	50	22,1
	ZEA2PA5	71,6	50	21,6
ZEA3	ZEA3PA1	60,7	50	10,7

ZEA	Ordinario Nocturno			
	ID	LR <sub>Aeq,N</sub> [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
	ZEA3PA2	59,0	50	9,0
	ZEA3PA3	63,4	50	13,4
	ZEA3PA4	71,5	50	21,5
	ZEA3PA5	62,0	55	7,0
ZEA4	ZEA4PA1	65,4	50	15,4
	ZEA4PA2	72,8	50	22,8
	ZEA4PA3	69,1	55	14,1
	ZEA4PA4	68,4	55	13,4
	ZEA4PA5	71,1	55	16,1
ZEA5	ZEA5PA1	61,7	55	6,7
	ZEA5PA2	67,8	50	17,8
	ZEA5PA3	66,3	50	16,3
	ZEA5PA4	63,8	50	13,8
	ZEA5PA5	64,4	55	9,4
ZEA6	ZEA6PA1	71,2	50	21,2
	ZEA6PA2	63,7	50	13,7
	ZEA6PA3	67,0	50	17,0
	ZEA6PA4	62,5	55	7,5
	ZEA6PA5	61,3	55	6,3
ZEA7	ZEA7PA1	64,7	50	14,7
	ZEA7PA2	67,6	50	17,6
	ZEA7PA3	66,1	50	16,1
	ZEA7PA4	65,1	50	15,1
	ZEA7PA5	59,9	50	9,9

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

\* Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

En las tablas anteriores se evidencia durante el periodo diurno que la mayoría de los puntos de medición excede el nivel máximo permisible por la norma en decibeles ponderados A, referente al 80 % de puntos de medición, donde tan solo la ZEA1 manifiesta el mayor porcentaje de cumplimiento, con un valor del 60 %; por otro lado, se puede notar que en el 100 % de puntos de monitoreo se tienen unos niveles sonoros por encima a los establecidos como máximos en cada uno de los sectores medidos, los cuales superan los valores de 50 dBA para el sector de uso de suelo residencial y de 55 para los demás puntos con referencia de suelo comercial durante la jornada de la noche.

En las gráficas que se presentan a continuación se describe el porcentaje en el que cada zona cumple o no con los estándares de la normativa nacional (véase 4.1) de acuerdo con los resultados de la Tabla 26 y Tabla 27, donde se consideran los niveles sonoros corregidos por cada zona de especial atención y así determinar el porcentaje de cumplimiento en cada una de ellas.

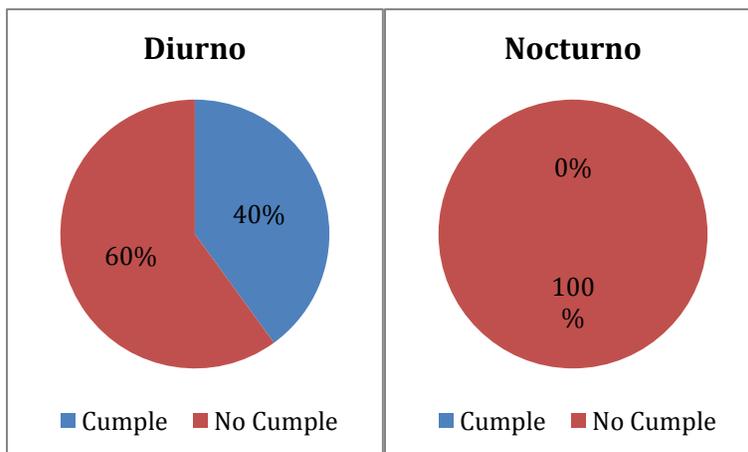


Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

La zona de especial atención ZEA 1 cumple con los estándares dados por la Resolución 627 de 2006 en un 40 % para el horario diurno, sobresaliendo el ZEA1PA5 al registrar el nivel sonoro más bajo, con un valor de 66.8 dBA, mientras que para el horario nocturno se registra total incumplimiento de la norma, ya que en los cinco (5) puntos de medición se registraron valores superiores a los establecidos como límites máximos establecidos para un sector de ruido intermedio restringido, establecido en 55 dBA, A pesar de incumplir en términos generales durante el periodo nocturno, se puede afirmar que en promedio tuvo las menores excedencias de ruido, con una excedencia promedio de 10.5 dBA, en comparación con el resto de zonas de especial atención; esto debido también a que presenta un límite superior al referirse en su totalidad a la actividad comercial.

De acuerdo con la Tabla 26, el punto ZEA1PA1 registro la mayor excedencia durante el periodo diurno, con un valor excedido de 1.3 dBA, sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno promedio fue de 10.5 dBA en toda la zona (véase Tabla 27), lo que representa un nivel de exceso significativamente alto teniendo en cuenta que los cinco (5) puntos de medición corresponden a zonas comerciales.

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

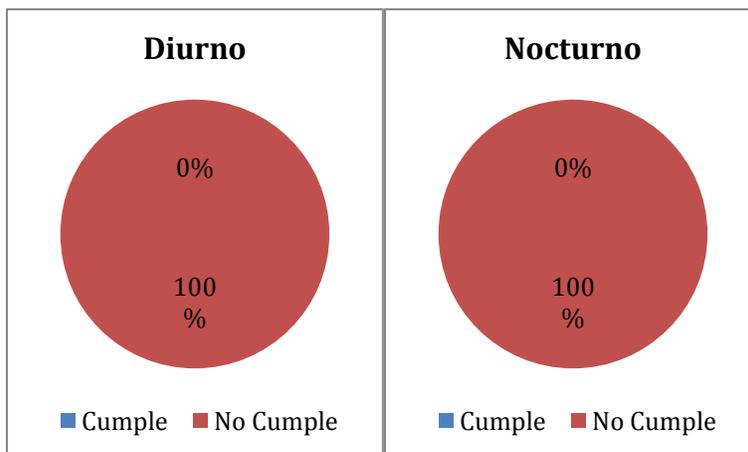


Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la figura anterior se evidencia que el 100% de los puntos medidos no cumplen con la normativa nacional para los 2 horarios establecidos en zonas de uso de suelo residencial; durante el día se registra una excedencia máxima de 12.7 dBA en el punto ZEA2PA5, con una excedencia promedio en toda la zona de 8.6 dBA, mientras que en el horario nocturno se observa un exceso máximo de 27.4 dBA en el punto ZEA2PA3, con una excedencia mayor promedio de 23 dBA.

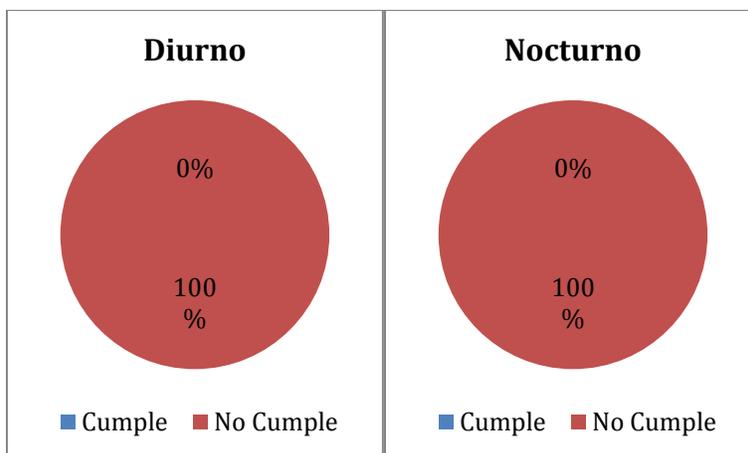


Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la ZEA 3 se presentan en la Ilustración 30, en la cual se observa el mismo comportamiento visto que en la zona de especial atención 2, en la que ninguno de los puntos de medición registra valores que se acojan a los establecidos en la normativa de ruido ambiental, en la que el 80 % de los puntos pertenecen a un sector de uso residencial y el 20 % a uso comercial, por lo tanto, los resultados de cumplimiento con la norma se discriminan según el sector como se muestra en la Tabla 26 y Tabla 27.

En la gráfica se observa que para el horario diurno sólo el 20% de la zona cumple con el estándar; en el horario nocturno se registra que la zona cumple en un 40%, es decir que 3 de los 5 puntos de medición exceden el nivel de presión sonora establecido.

Durante la jornada diurna se tiene una excedencia promedio entre puntos de medición de 9.9 dBA, donde el punto ZEA3PA2 registra el mayor incumplimiento, con un valor de 80.5 dBA, el cual excede el límite de 65 dBA en 15.5 dBA, el cual tuvo una corrección en su nivel sonoro de 6 dBA debido a componentes tonales o impulsivas al momento de la captura. En la noche se puede ver una excedencia promedio de 12.3 dBA, en especial por el punto ZEA3PA4, el cual registra un valor de 71.5 dBA, excediendo su nivel en 21.5 dBA, el cual también tuvo una corrección por percepción fuerte de 6 dBA referente a componentes tonales o impulsivas al momento de la captura, ya que se identifican diversidad de fuentes sonoras como el tráfico rodado mixto, música generada por amplificador y personas hablando.

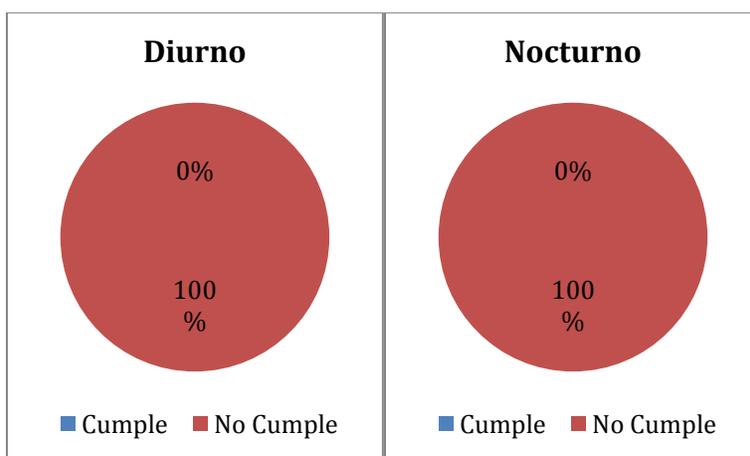


Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

Los porcentajes de cumplimiento acerca de la ZEA 4 se pueden visualizar en la Ilustración 30, donde se puede apreciar el mismo comportamiento con relación al ruido ambiental visto durante ambos periodos de medición en las ZEA2 y ZEA3, donde no se tiene en ningún punto cumplimiento de la resolución 0627 de 2006, ni para el sector residencial o comercial, los cuales conforman esta zona de especial atención.

Con respecto al periodo diurno ordinario, se puede ver una excedencia promedio de 5.9 dBA, donde sobresalen los puntos 2 y 3, al registrar la mayor y menor excedencia de la zona. Por otra parte, durante la noche se tiene una excedencia promedio superior de 16.4 dBA, donde resaltan los puntos 2 y 4 al registrar la mayor y menor excedencia de la ZEA4.

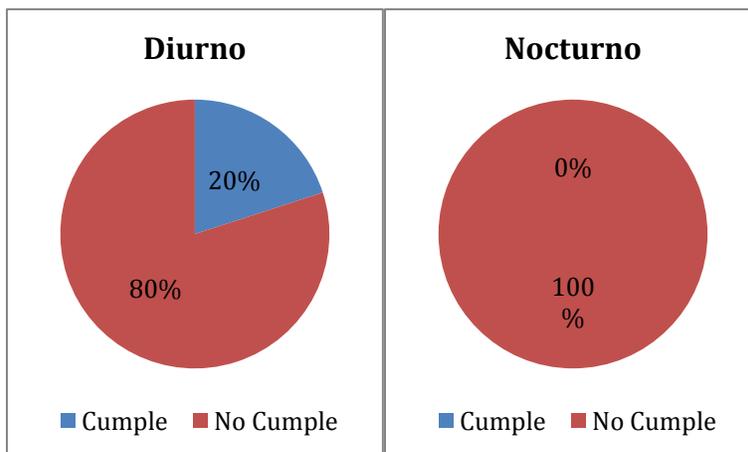


Ilustración 31. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados para la zona de especial atención 5 se muestran en la anterior ilustración, donde se tiene tan solo cumplimiento en un 20 % de la zona, siendo este el punto ZEA5PA5 correspondiente al sector comercial. Por otra parte, todos los puntos referentes al sector residencial presentan incumplimiento de la norma de ruido ambiental. En general durante el periodo diurno se tiene una excedencia de 5.1 dBA, en especial para el punto ZEA5PA4, donde se tuvo una excedencia máxima de 8.1 dBA.

Con respecto al horario nocturno se tiene el mismo comportamiento visto en las demás zonas de especial atención, donde se tiene un porcentaje del 100 % de incumplimiento de la resolución 0627 de 2006, en el que los cinco (5) puntos exceden el estándar en un rango entre 6.7 dBA y 17.8 dBA, con un promedio de 12.8 dBA, en el que el punto ZEA5PA2 tuvo los mayores problemas por ruido ambiental dentro de la zona, donde sobresale el ruido del tráfico rodado y el ruido proveniente de las actividades lúdicas sobre la carrera 14 con calle 15.

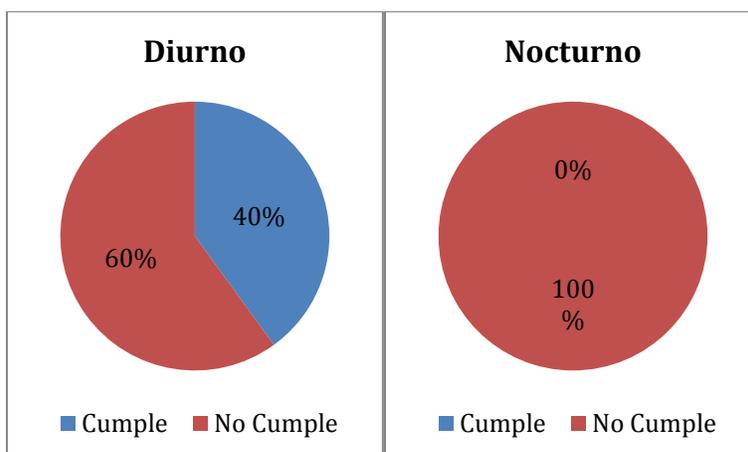


Ilustración 32. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 33 se observa que en la ZEA el 40% cumple con los niveles dados por la norma durante la jornada diurna, este 40% corresponde a los puntos 4 y 5 de actividad comercial que permite un mayor nivel de presión sonora en dBA (con respecto al sector residencial); dentro del análisis se consideró el valor de incertidumbre asociado al proceso de medición, donde se afirma que el punto ZEA6PA4 se encuentra manifestando unos niveles sonoros adecuados, estando en un valor cercano a los 70 dBA. El punto que presenta las mayores excedencias durante el periodo diurno es el punto 1, al registrar un valor 10.9 dBA por encima al establecido como máximo de 65 dBA para sector residencial.

Haciendo referencia al horario de medición nocturno, se presenta el mismo comportamiento visto anteriormente en todas las zonas de especial atención, en el que se incumple en un 100 % con los niveles máximos permitidos para ruido ambiental, al tener en promedio una excedencia de 13.1 dBA, donde sobresalen los puntos 1 y 5 al registrar la mayor y menor excedencia de la zona.

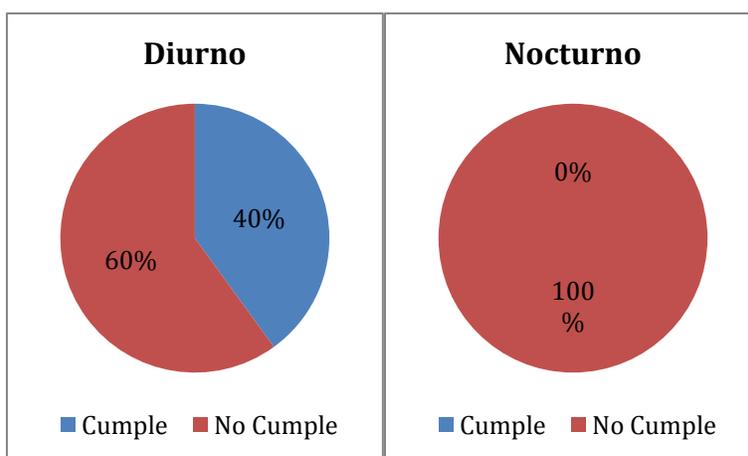


Ilustración 33. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la última zona de especial atención se presentan en la Ilustración 33, en esta se observa el mismo comportamiento al visto anteriormente en la ZEA 1, en el que en horario diurno se cumplen los valores dados por la normativa nacional en un 40%, que corresponden a los puntos ZEA7PA1 y ZEA7PA4, en donde se registran valores inferiores a los 65 dBA establecidos como límites del sector de tranquilidad y ruido moderado. En términos generales se tienen excedencias entre los 2.1 dBA y los 2.8 dBA durante el periodo diurno, sobresaliendo el punto ZEA7PA5 con la mayor excedencia de la zona.

En horario nocturno el 100% de la zona no cumple con el estándar, teniendo un valor máximo de sobrepaso de 17.6 decibeles ponderados A en el punto ambiental 2 de la misma, mientras que el punto ZEA7PA5 registra la menor excedencia, con un valor de 59.9 dBA, en donde en términos generales se tiene una excedencia promedio de 14.7 dBA durante la noche.

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 establece un umbral de tolerancia más alto para el horario diurno que para el nocturno es posible entender que la mayoría de las

zonas a evaluar excedan el máximo permisible en horas de la noche con valores significativamente altos de dBA durante este horario.

### 6.1.1.2 MEDICIONES JORNADA DOMINICAL

En la Tabla 28 y Tabla 29 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada dominical en cada uno de los puntos para los horarios diurno y nocturno.

Tabla 28. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZEA

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LRAeq,D [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	62,7	6	68,7
	ZEA1PA2	65,0	6	71,0
	ZEA1PA3	61,2	3	64,2
	ZEA1PA4	68,4	6	74,4
	ZEA1PA5	60,1	6	66,1
ZEA2	ZEA2PA1	71,0	3	74,0
	ZEA2PA2	70,5	3	73,5
	ZEA2PA3	71,2	3	74,2
	ZEA2PA4	71,7	3	74,7
	ZEA2PA5	79,4	6	85,4
ZEA3	ZEA3PA1	73,8	3	76,8
	ZEA3PA2	73,3	3	76,3
	ZEA3PA3	71,1	3	74,1
	ZEA3PA4	71,8	6	77,8
	ZEA3PA5	68,3	3	71,3
ZEA4	ZEA4PA1	69,0	0	69,0
	ZEA4PA2	68,6	3	71,6
	ZEA4PA3	69,3	6	75,3
	ZEA4PA4	70,3	3	73,3
	ZEA4PA5	70,9	3	73,9
ZEA5	ZEA5PA1	65,2	3	68,2
	ZEA5PA2	64,3	3	67,3
	ZEA5PA3	63,4	3	66,4
	ZEA5PA4	59,5	0	59,5
	ZEA5PA5	56,8	3	59,8
ZEA6	ZEA6PA1	62,8	3	65,8
	ZEA6PA2	65,6	6	71,6
	ZEA6PA3	64,9	3	67,9
	ZEA6PA4	63,8	3	66,8
	ZEA6PA5	63,9	0	63,9
ZEA7	ZEA7PA1	63,8	3	66,8
	ZEA7PA2	61,4	0	61,4
	ZEA7PA3	67,7	3	70,7

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LR Aeq,D [dBA]
	ZEA7PA4	67,1	3	70,1
	ZEA7PA5	66,4	6	72,4

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Tabla 29. Consolidado de ruido ambiental dominical nocturno ZEA

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LAeq,N [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LR Aeq,N [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	65,4	0	65,4
	ZEA1PA2	65,0	3	68,0
	ZEA1PA3	62,4	3	65,4
	ZEA1PA4	59,3	3	62,3
	ZEA1PA5	61,8	3	64,8
ZEA2	ZEA2PA1	60,0	3	63,0
	ZEA2PA2	65,2	3	68,2
	ZEA2PA3	65,4	6	71,4
	ZEA2PA4	66,1	6	72,1
	ZEA2PA5	66,6	3	69,6
ZEA3	ZEA3PA1	74,6	3	77,6
	ZEA3PA2	62,9	3	65,9
	ZEA3PA3	65,1	3	68,1
	ZEA3PA4	64,7	0	64,7
	ZEA3PA5	65,5	0	65,5
ZEA4	ZEA4PA1	65,7	6	71,7
	ZEA4PA2	71,4	3	74,4
	ZEA4PA3	80,4	0	80,4
	ZEA4PA4	89,2	3	92,2
	ZEA4PA5	70,1	6	76,1
ZEA5	ZEA5PA1	64,1	0	64,1
	ZEA5PA2	69,6	3	72,6
	ZEA5PA3	66,5	0	66,5
	ZEA5PA4	76,7	3	79,7
	ZEA5PA5	61,6	3	64,6
ZEA6	ZEA6PA1	66,2	6	72,2
	ZEA6PA2	60,1	6	66,1
	ZEA6PA3	69,2	6	75,2
	ZEA6PA4	59,3	3	62,3
	ZEA6PA5	59,6	0	59,6
ZEA7	ZEA7PA1	62,5	6	68,5
	ZEA7PA2	59,8	6	65,8
	ZEA7PA3	63,1	6	69,1

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LAeq,N [dBA]	Kt/Ki* [dBA]	LRAeq,N [dBA]
	ZEA7PA4	59,5	6	65,5
	ZEA7PA5	70,1	3	73,1

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

En las gráficas que se presentan a continuación se realiza la comparación entre el indicador LRAeq diurno y nocturno para cada zona de especial atención (ZEA), además, se hace un paralelo entre las mediciones realizadas en jornada ordinaria y jornada dominical.

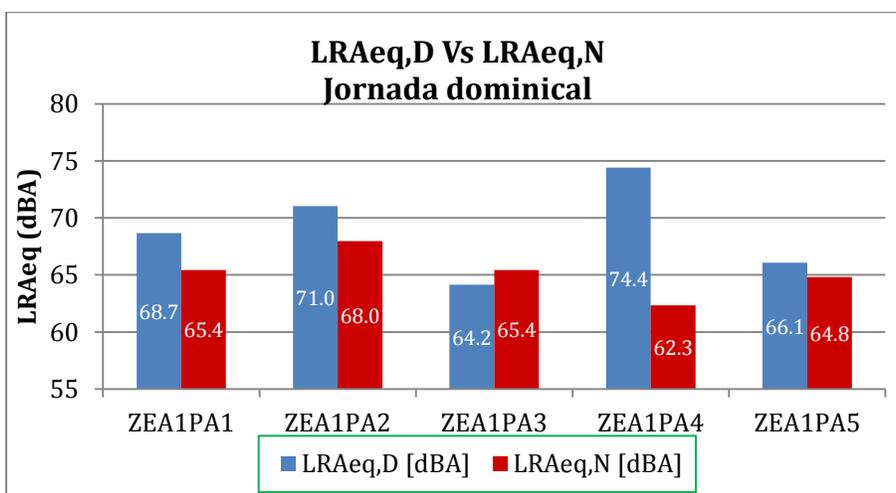


Ilustración 34. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 34 se observa que cuatro (4) de los cinco puntos que componen la zona de especial atención 1 registran valores de ruido superiores durante el día, en comparación a la jornada de la noche, sobresaliendo los puntos ZEA1PA4 y ZEA1PA3 al medir los valores máximos y mínimos de ruido en esta jornada del día, en donde el primer punto registra un valor de 74.4 dBA debido en gran parte al flujo vehicular y peatonal en sus cercanías, aparte de tener una corrección de 6 dBA debido a la percepción fuerte de componentes impulsivas, al igual que el punto 2 que obtuvo un nivel de ruido elevado, con un valor de 71 dBA.

Es notable que en el 80 % de los puntos de monitoreo se tienen valores inferiores de ruido durante la noche, a excepción del punto ZEA1PA3, el cual incrementa su nivel sonoro en 1.2 dBA, al contrario del punto ZEA1PA4 que disminuye considerablemente su nivel de ruido, llegando a medir el valor más bajo de la ZEA1, con un valor de 62.3 dBA. En términos generales se tiene un valor promedio de ruido en el día de 70.4 dBA y en la noche de 65.6 dBA.

Se observa que en promedio los resultados son menores en jornada dominical nocturna con respecto a las mediciones en jornada ordinaria nocturna y viceversa, en donde se tienen valores superiores en la jornada dominical diurna.

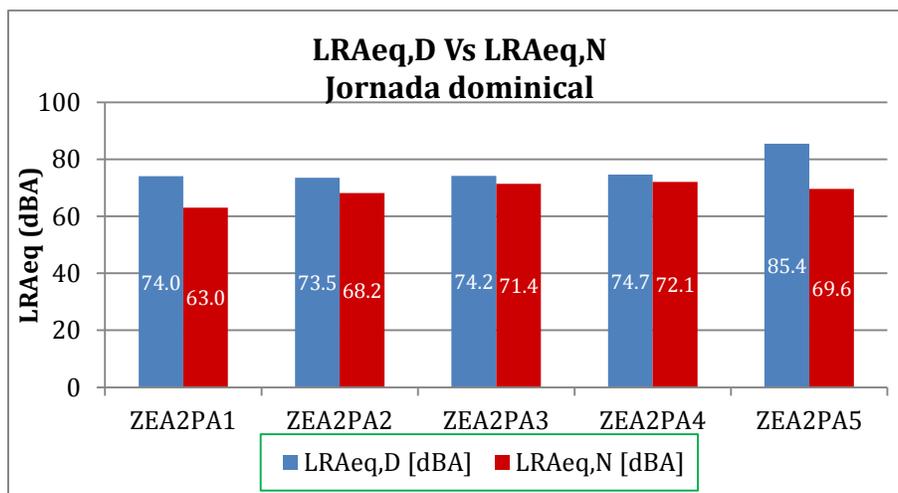


Ilustración 35. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 35 es posible observar que la diferencia entre el horario diurno y nocturno no es significativa para cuatro puntos de medición, lo cual da pie de pensar que la mayor cantidad de fuentes sonoras son continuas la mayor parte del tiempo, en cambio el punto ZEA2PA5 presenta una reducción significativa de 15.8 dBA en horario nocturno con respecto al horario diurno, en donde tan solo se percibe el ruido de una pulidora y el tráfico rodado mixto.

Se puede notar que durante la jornada nocturna se tienen unos niveles sonoros inferiores en todos los puntos de monitoreo, en especial en el punto ZEA2PA1, el cual midió el ruido mas bajo de la zona, con un valor de 63 dBA. Según el promedio logaritmico de la zona de especial atención 2, se tiene para la jornada del día un valor de 79.6 dBA y en la noche de 69.8 dBA, en donde se tuvieron en cuenta para ambos periodos de medicion correcciones de 3 dBA o 6 dBA en todos los puntos medidos.

Teniendo en cuenta las mediciones de la jornada ordinaria y dominical se puede decir que en términos generales existe un incremento en el nivel de presión sonora de 5 dBA durante la jornada dominical, en el periodo diurno, mientras que para la jornada de la noche, se incrementa el nivel sonoro en 3.9 dBA en la jornada ordinaria, registrando un valor de 73.7 dBA entre puntos de medición.

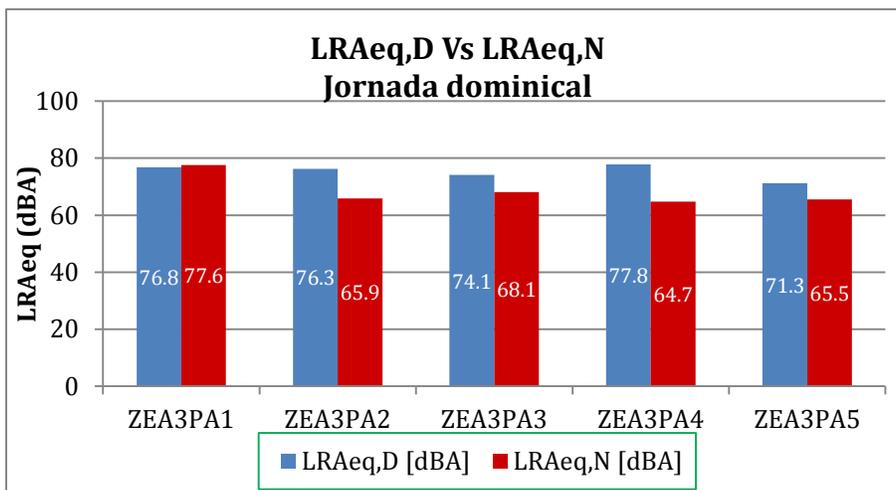


Ilustración 36. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la zona de especial atención tres (3) presentan niveles de presión sonora constantes a lo largo de toda la zona durante ambos periodos de medición, en donde los niveles en horario nocturno son menores en cuatro de los cinco puntos, ya que el punto ZEA3PA1 incremento sus niveles en 1.2 dBA. Se puede visualizar unos valores que oscilan entre 64.7 dBA para el caso del punto 4, hasta los 77.6 dBA registrados en el punto 1 siendo estos los valores mínimos y máximos registrados en el periodo nocturno; mientras que durante el día los limites están dados por un valor de 71.3 dBA para el punto 5 y de 77.8 dBA para el punto 4, siendo los limites sonoros dentro de esta jornada del día.

Con respecto a la jornada ordinaria se observa un decremento de nivel de presión sonora tanto para el horario de medición diurno, en el que pasa de un nivel general de 77.4 dBA a 75.8 dBA, mientras que para la jornada de la noche, los niveles en jornada dominical aumentan en términos generales, pasando de un valor de 66 dBA a 71.8 dBA, es decir que incrementa su nivel en 5.8 dBA.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

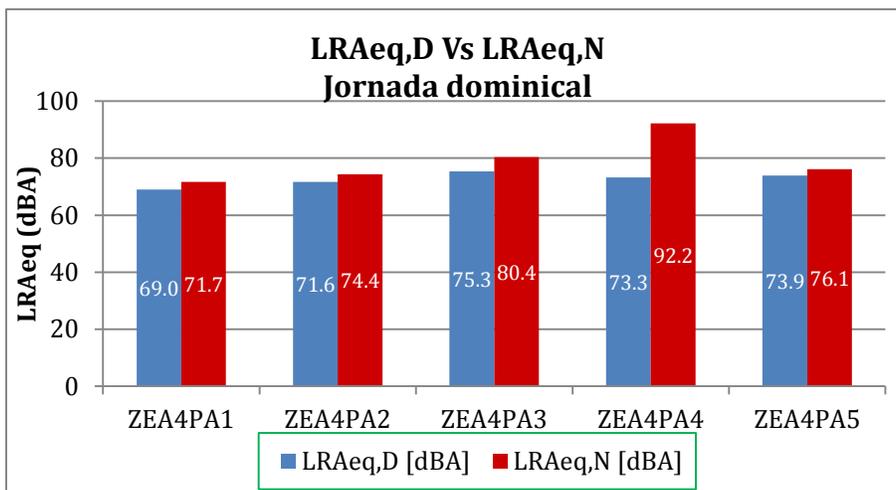


Ilustración 37. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

Según la Ilustración 37 se puede observar que en el 80 % de los puntos de medición se tienen valores sonoros constantes entre puntos y jornadas de medición, en donde sobresalen los puntos ZEA4PA4 al registrar el valor máximo en jornada nocturna, con un valor de 92.2 dBA, siendo este el valor más elevado de ruido dentro del estudio, en el que se lograron identificar distintas fuentes sonoras al momento de la medición como música amplificadas, actividad de personas, tráfico rodado y el sonido proveniente de alarmas y bocinas de vehículos que transitan por la carrera 10; por otro lado, el punto ZEA4PA1 tuvo el nivel más bajo de ruido durante la noche, con un valor de 71.7 dBA.

En promedio se tiene para la jornada diurna un valor de 73.1 dBA, mientras que para la jornada nocturna se tiene un valor de 85.6 dBA, en gran parte por el incremento de nivel en el punto 4, es decir que en promedio el nivel sonoro aumenta en 12.5 dBA. Durante la jornada completa de medición resalta el punto ZEA4PA1 al registrar los niveles más bajos de ruido, con un valor de 69 dBA para el día y de 71.7 dBA durante la noche.

Realizando una comparación en la ZEA 4 entre la jornada dominical y ordinaria, se puede afirmar que existe un incremento durante la jornada dominical en la noche y una disminución durante el día, con una disminución de 0.9 dBA y un incremento de 15.6 dBA en la noche.

En la Ilustración 38 se observa que en 4 de los 5 puntos de medición se incrementa el nivel de ruido durante el periodo nocturno, a excepción del punto 1, el cual disminuye su nivel general en 4.1 dBA, mientras que el punto 4 incrementa considerablemente su nivel sonoro en 20.2 dBA, debido en gran parte al pito de una motocicleta en cercanías al punto de medición y al ruido del tráfico rodado constante por la zona. El punto ZEA5PA3 registra unos niveles sonoros constantes durante la jornada completa de medición, debido a que interactúa la mayor parte del tiempo con fuentes sonoras continuas como sucede con el tráfico rodado de la carrera 14 y las actividades del parque cercano.

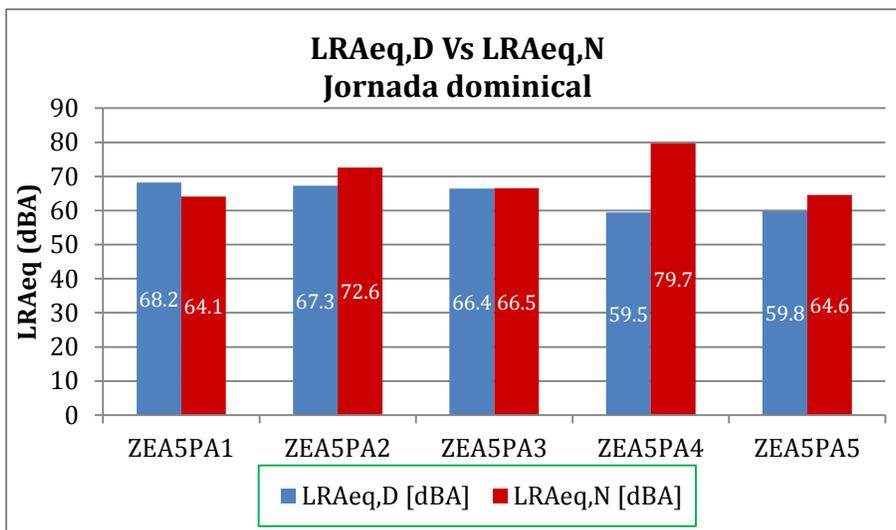


Ilustración 38. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

Durante el periodo diurno sobresale el punto ZEA5PA4 ya que registro los menores niveles sonoros de la zona, con un valor de 59.5 dBA, a comparación del punto ZEA5PA1 el cual midió en promedio el valor más elevado de ruido, con un valor de 68.2 dBA. Ya para la jornada nocturna, se tiene en este punto el nivel más bajo de ruido, con un valor de 64.1 dBA, ya que durante el día interactúan diversas fuentes sonoras como las actividades de un colegio cercano, el tráfico rodado y perifoneo, mientras que en la noche tan solo se percibe el ruido del tráfico rodado mixto.

En términos generales se presenta un aumento en el nivel de presión sonora en la zona de especial atención 5 durante la noche, pasando de un nivel de 65.6 dBA a uno de 73.8 dBA. También se puede notar el mismo comportamiento visto anteriormente en otras zonas de medición, en la que se incrementan los niveles de ruido en la jornada dominical nocturna, en comparación con la jornada ordinaria, con un incremento entre puntos de medición de 8.5 dBA, mientras que durante el día, se disminuyen los niveles en la jornada dominical en aproximadamente 5.5 dBA.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

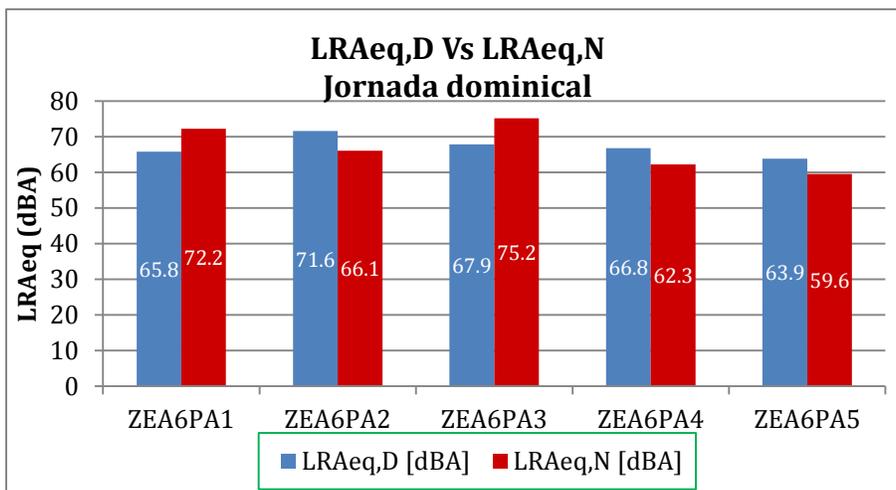


Ilustración 39. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta las mediciones realizadas en los cinco (5) puntos que conforman la zona de especial atención seis (6), se puede visualizar en la Ilustración 39 que existe gran homogeneidad entre puntos de medición en cada uno de los periodos monitoreados, en el que los niveles sonoros disminuyen en tres puntos de medición para el periodo de la noche, en el que sobresale el punto ZEA6PA5 al registrar el menor nivel sonoro, con un valor de 59.6 dBA, mientras que el punto ZEA6PA3 incrementa el nivel de ruido hasta alcanzar el valor máximo de 75.2 dBA, en donde interactúan fuentes sonoras tonales e impulsivas como las bocinas de los automóviles en las vías cercanas, el ruido de una pulidora cercana y la música amplificadora de un predio cercano.

Al igual que lo visto en la jornada nocturna, el punto ZEA6PA5 manifiesta los niveles sonoros más bajos durante el día, con un valor de 63.9 dBA, a diferencia del punto ZEA6PA2 que tuvo los niveles más elevados de ruido, con un valor de 71.6 dBA. En términos generales, se incrementa el nivel sonoro en 2.5 dBA durante el periodo de la noche.

Comparando los periodos dominical y ordinario, se tiene el mismo comportamiento visto previamente en las zonas de especial atención, donde se disminuyen los niveles sonoros para el periodo dominical durante el día y se incrementan durante la noche, pasando de un nivel sonoro de 66.7 dBA a uno de 70.5 dBA durante la noche.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

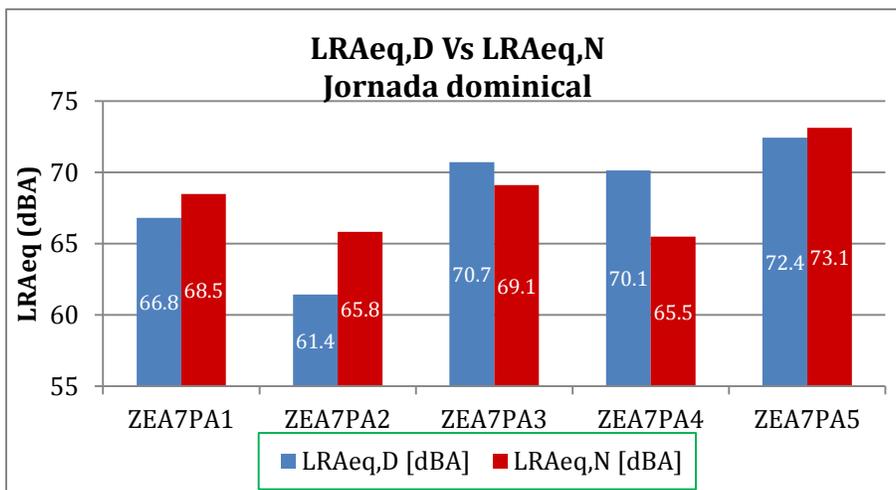


Ilustración 40. Niveles de ruido ambiental ZEA7 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

Por medio de la Ilustración 40, se pueden visualizar los niveles de ruido ambiental en jornada dominical en los cinco (5) puntos de medición, en donde se tienen niveles sonoros variables entre el día y la noche y entre puntos de monitoreo. Es de resaltar el punto ZEA7PA2, en el que se tiene el nivel de ruido más bajo en periodo diurno, con un valor de 61.4 dBA, a diferencia del punto ZEA7PA5, en el que se tiene el nivel máximo de ruido, con un valor de 72.4 dBA. También se registra en este último punto el nivel más alto de ruido en jornada nocturna, con un valor de 73.1 dBA, a diferencia del punto 4, que registra el menor nivel, con un valor de 65.5 dBA.

En general se incrementan los niveles sonoros en el 60 % de los puntos de medición durante la noche, en especial en el punto ZEA7PA2, donde se genera un incremento de 4.4 dBA, debido al ruido que genera el flujo de gente en una tienda cercana y al tráfico vehicular.

En la Tabla 30 y Tabla 31 se presentan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (L<sub>Aeq</sub>) obtenidos en la jornada dominical para cada horario de medición y se compara con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

Tabla 30. Resultados RA - Dominical diurno ZEA

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LRAeq,D [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	68,68	70	-
	ZEA1PA2	71,04	70	1,0
	ZEA1PA3	64,16	70	-
	ZEA1PA4	74,42	70	4,4
	ZEA1PA5	66,08	70	-
ZEA2	ZEA2PA1	74,04	65	9,0
	ZEA2PA2	73,51	65	8,5

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LRAeq,D [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
	ZEA2PA3	74,22	65	9,2
	ZEA2PA4	74,67	65	9,7
	ZEA2PA5	85,43	65	20,4
ZEA3	ZEA3PA1	76,81	65	11,8
	ZEA3PA2	76,27	65	11,3
	ZEA3PA3	74,11	65	9,1
	ZEA3PA4	77,77	65	12,8
	ZEA3PA5	71,27	70	1,3
ZEA4	ZEA4PA1	68,97	65	4,0
	ZEA4PA2	71,63	65	6,6
	ZEA4PA3	75,33	70	5,3
	ZEA4PA4	73,28	70	3,3
	ZEA4PA5	73,95	70	3,9
ZEA5	ZEA5PA1	68,22	70	-
	ZEA5PA2	67,30	65	2,3
	ZEA5PA3	66,43	65	1,4
	ZEA5PA4	59,46	65	-
	ZEA5PA5	59,84	70	-
ZEA6	ZEA6PA1	65,79	65	0,8
	ZEA6PA2	71,59	65	6,6
	ZEA6PA3	67,91	65	2,9
	ZEA6PA4	66,81	70	-
	ZEA6PA5	63,87	70	-
ZEA7	ZEA7PA1	66,80	65	1,8
	ZEA7PA2	61,42	65	-
	ZEA7PA3	70,71	65	5,7
	ZEA7PA4	70,13	65	5,1
	ZEA7PA5	72,43	65	7,4

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

\* Estándar Máximo Permisible según Resolución 627 de 2006

Tabla 31. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LRAeq,N [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	65,44	55	10,4
	ZEA1PA2	67,96	55	13,0
	ZEA1PA3	65,42	55	10,4
	ZEA1PA4	62,35	55	7,3
	ZEA1PA5	64,82	55	9,8
ZEA2	ZEA2PA1	62,98	50	13,0

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LRAeq,N [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
	ZEA2PA2	68,21	50	18,2
	ZEA2PA3	71,39	50	21,4
	ZEA2PA4	72,07	50	22,1
	ZEA2PA5	69,63	50	19,6
ZEA3	ZEA3PA1	77,64	50	27,6
	ZEA3PA2	65,91	50	15,9
	ZEA3PA3	68,06	50	18,1
	ZEA3PA4	64,70	50	14,7
	ZEA3PA5	65,52	55	10,5
ZEA4	ZEA4PA1	71,66	50	21,7
	ZEA4PA2	74,36	50	24,4
	ZEA4PA3	80,40	55	25,4
	ZEA4PA4	92,16	55	37,2
	ZEA4PA5	76,09	55	21,1
ZEA5	ZEA5PA1	64,06	55	9,1
	ZEA5PA2	72,59	50	22,6
	ZEA5PA3	66,49	50	16,5
	ZEA5PA4	79,67	50	29,7
	ZEA5PA5	64,55	55	9,6
ZEA6	ZEA6PA1	72,24	50	22,2
	ZEA6PA2	66,06	50	16,1
	ZEA6PA3	75,17	50	25,2
	ZEA6PA4	62,28	55	7,3
	ZEA6PA5	59,59	55	4,6
ZEA7	ZEA7PA1	68,47	50	18,5
	ZEA7PA2	65,82	50	15,8
	ZEA7PA3	69,11	50	19,1
	ZEA7PA4	65,49	50	15,5
	ZEA7PA5	73,12	50	23,1

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

\* Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

En las tablas anteriores se evidencia que para el horario diurno, tan solo el 25.7 % de los puntos cumple con los niveles de presión sonora establecidos por la norma nacional en decibeles ponderados A, caso similar ocurre durante la noche, en el que el 100 % de los puntos de medición excede el nivel máximo permisible. En las gráficas que se muestran a continuación se describe el porcentaje en el que cada zona cumple o no con los estándares de la normativa nacional (véase 4.1) de acuerdo con los resultados de la Tabla 30 y Tabla 31.

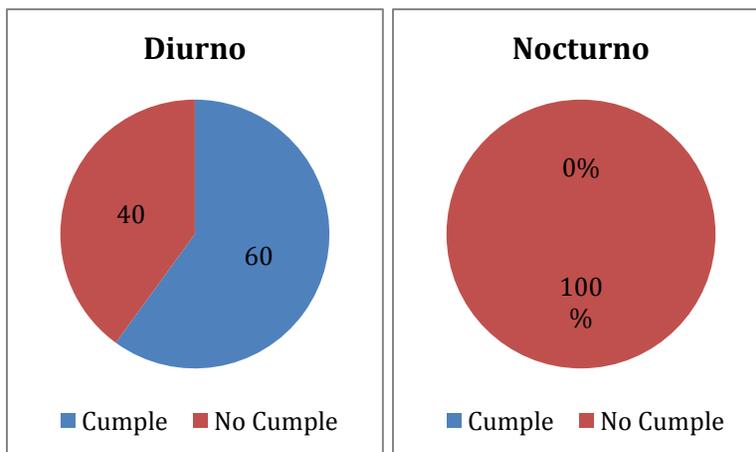


Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 1 se presenta en la Ilustración 41, en esta se observa que en el horario diurno el 60 % de la zona cumple con el estándar, a comparación con la jornada ordinaria donde tan solo el 40 % de la zona cumple la normativa. Con respecto al horario nocturno se evidencia que ningún punto de la zona cumple los niveles permitidos, de igual forma que en las mediciones ordinarias nocturnas.

Durante el periodo diurno sobresale el punto ZEA1PA3 al registrar el nivel sonoro más bajo, con un valor de 64.16 dBA, mientras que para el horario nocturno se registra total incumplimiento de la norma, ya que en los cinco (5) puntos de medición se registraron valores superiores a los establecidos como límites máximos establecidos para un sector de ruido intermedio restringido, establecido en 55 dBA. De acuerdo con la Tabla 26, el punto ZEA1PA4 registro la mayor excedencia durante el periodo diurno, con un valor excedido de 4.4 dBA, existiendo entre puntos de monitoreo un nivel promedio de 70.4 dBA y un nivel de excedencia de 2.7 dBA; sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno promedio fue de 10.2 dBA en toda la zona, lo que representa un nivel de exceso significativamente alto teniendo en cuenta que los cinco (5) puntos de medición corresponden a zonas comerciales.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

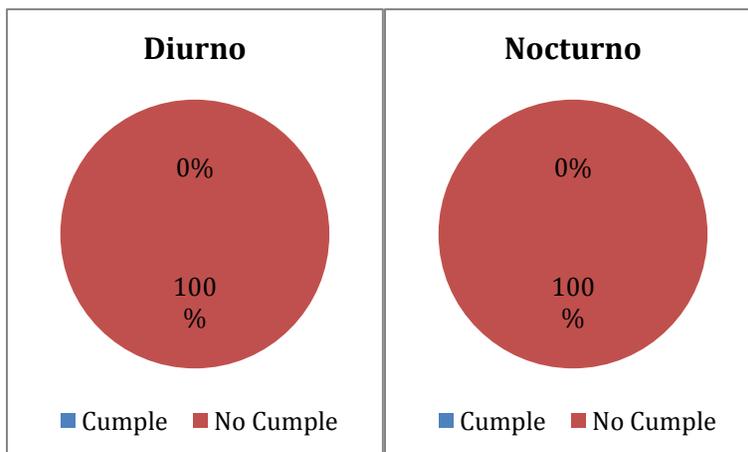


Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 42 se evidencia el porcentaje de cumplimiento con relación a la ZEA 2 en todos sus puntos de medición, en donde se aprecia que en el 100% de los puntos medidos se incumple con la normativa de ruido ambiental para los 2 horarios establecidos los cuales hacen parte de un uso de suelo residencial; durante el periodo diurno se tiene el promedio más alto de excedencias entre todas las zonas de especial atención, registrando una excedencia promedio de 11.4 dBA, apoyado en gran parte por el nivel de ruido excesivo presentado en el punto ZEA2PA5, el cual registro un valor de 85.43 dBA. En el horario nocturno se observa un exceso máximo de 22.1 dBA en el punto ZEA2PA4, con una excedencia mayor promedio de 18.3 dBA.

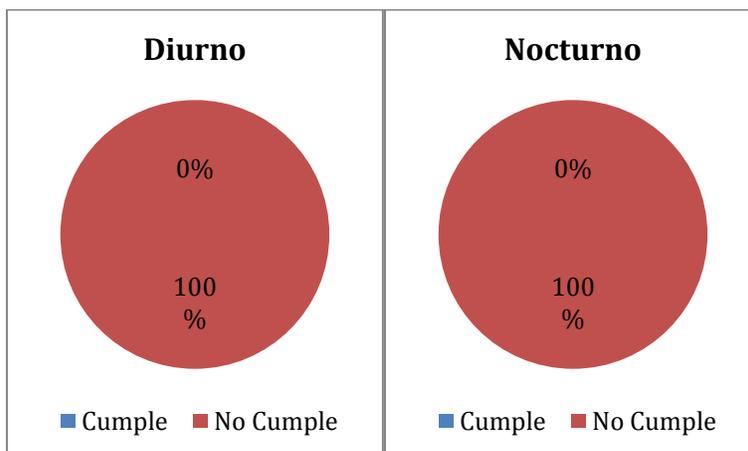


Ilustración 43. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 43 se observa el mismo comportamiento visto que en la zona de especial atención 2, en el que se tiene para ambas jornadas de medición unos niveles de ruido que exceden los límites máximos establecidos en la resolución 0627 de 2006 con relación al uso de suelo comercial y residencial; tan solo el punto ZEA3PA5 tuvo una excedencia

mínima de 1.3 dBA, debido en gran medida a que es el único punto referente establecidos para un sector de ruido intermedio restringido, establecido en 55 dBA.

De acuerdo con la Tabla 30, el punto ZEA3PA4 registro la mayor excedencia durante el periodo diurno, con un valor excedido de 12.8 dBA, existiendo entre puntos de monitoreo un nivel promedio de 75.8 dBA y un nivel de excedencia entre puntos de 9.2 dBA; sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno promedio fue de 17.4 dBA y un valor general de 71.8 dBA, es decir, 4 dBA menor al valor dado durante el día.

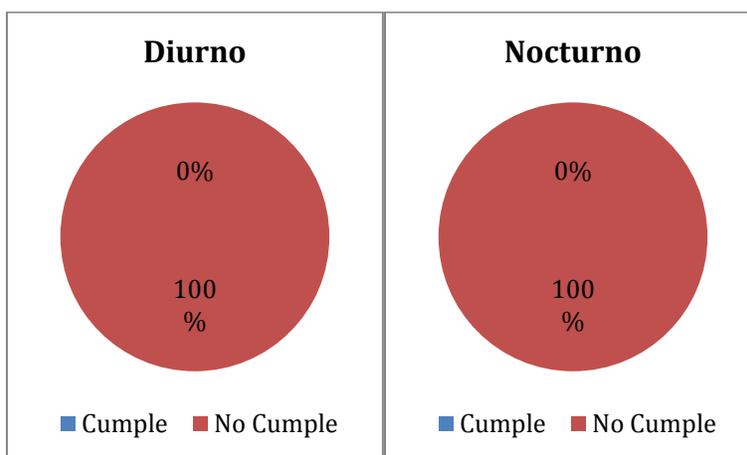


Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 4 (Ilustración 44) muestra que la zona no cumple la normativa en un 100% para ninguno de los periodos monitoreados, esto representa el mismo comportamiento visto durante ambos periodos del día de la jornada ordinaria, donde ningún punto de la zona cumple con el estándar

Con relación al periodo nocturno, se dice que en el punto 4 se registra la mayor excedencia, con un valor de 37.2 dBA, lo cual es preocupante ya que pertenece a un sector comercial el cual tiene un valor máximo permisible de 55 dBA; en este punto es donde se registra el nivel sonoro más elevado del estudio, con un valor de 92.16 dBA, debido en gran parte a la música amplificadas, al tráfico rodado junto a bocinas y alarmas.

En general se tiene un nivel de ruido promedio para la ZEA 4 de 73.1 dBA para el periodo diurno y de 85.6 dBA para el nocturno, en donde se presenta el comportamiento típico entre jornadas, ya que durante el periodo diurno en la jornada ordinaria se tiene un nivel 0.9 dBA por encima a la dada en la jornada dominical; mientras que para el periodo nocturno, los niveles se incrementan notablemente para la jornada dominical, pasando de un valor promedio entre puntos de medición de 70 dBA a uno de 85.6 dBA.

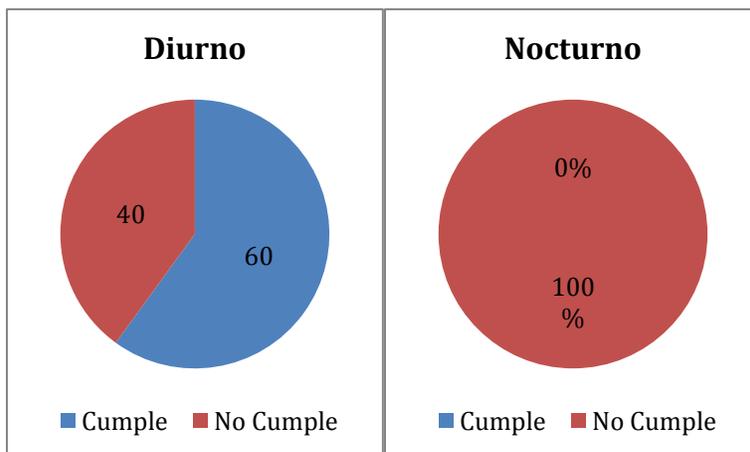


Ilustración 45. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 5 se presenta en la Ilustración 45, en esta se observa que en el horario diurno el 60 % de la zona cumple con el estándar, a comparación de la jornada ordinaria donde tan solo el 20 % de la zona cumple la normativa en este periodo de monitoreo. Con respecto al horario nocturno se evidencia que ningún punto de la zona cumple los niveles permitidos, de igual forma que en las mediciones ordinarias nocturnas. Es posible notar el mismo comportamiento visto en zonas de especial atención previas, en las que se tiene un nivel de ruido inferior durante la jornada dominical diurna, en comparación con la ordinaria, ya que en promedio se registró un valor 5.5 dBA inferior, mientras que en el periodo nocturno, se registraron valores superiores en la jornada dominical, pasando de un valor promedio para ZEA 5 de 65.3 dBA a uno de 73.8 dBA, en especial por el aumento en los niveles de los puntos 2 y 4.

Se presenta el mismo comportamiento visto en la zona de especial atención 1, en donde se tiene un porcentaje de incumplimiento del 40 %, aunque en términos generales se tiene el promedio más bajo de excedencias de ruido entre zonas, con un valor de 1.9 dBA, en el que sobresale el punto ZEA5PA4, al registrar el valor más bajo de ruido de la ZEA 5, con un valor de 59.46 dBA, existiendo entre puntos de monitoreo un nivel promedio de 65.6 dBA sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno promedio fue de 17.5 dBA en toda la zona, haciendo referencia a un nivel de ruido mayor, con un promedio para esta jornada de 73.8 dBA.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

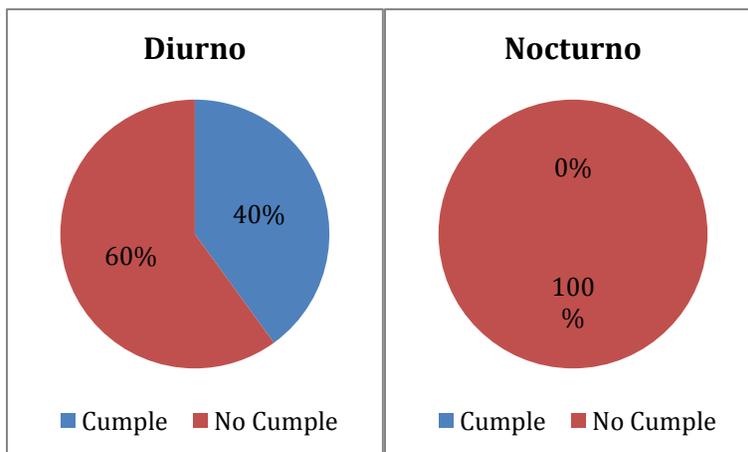


Ilustración 46. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

De la Ilustración 46 se puede apreciar que la ZEA 6 manifiesta un cumplimiento del 40 % para la jornada diurna, a diferencia de la jornada ordinaria que tuvo en general un cumplimiento del 20 % entre puntos de medición. Los puntos que registraron unos niveles por debajo a los propuestos en la resolución 0627 de 2006 fueron los que se ubican dentro del sector referente al uso de suelo comercial, es decir, los puntos 4 y 5, siendo este último el que registro el menor nivel sonoro, con un valor de 63.8 dBA, a diferencia del punto 2, el cual registro la mayor excedencia de la ZEA 6, con un valor de 6.6 dBA.

En general se tiene una excedencia promedio para la jornada diurna de 3.4 dBA y un nivel de presión sonora promedio entre puntos de 68 dBA, a diferencia de los niveles dados durante la noche, en donde se tiene una excedencia promedio de 15.1 dBA y un valor general entre puntos de 70.5 dBA, con lo cual se puede afirmar que ningún punto registra niveles adecuados de ruido ambiental durante la noche.

Entre jornadas de medición se tiene el comportamiento típico visto, en el que se registran valores superiores durante la jornada ordinaria diurna, con un valor de 71.9, mientras que durante la jornada nocturna sucede lo contrario, en el que se registran valores superiores en la jornada dominical, con un valor de 3.3 dBA por encima al visto en la jornada ordinaria.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

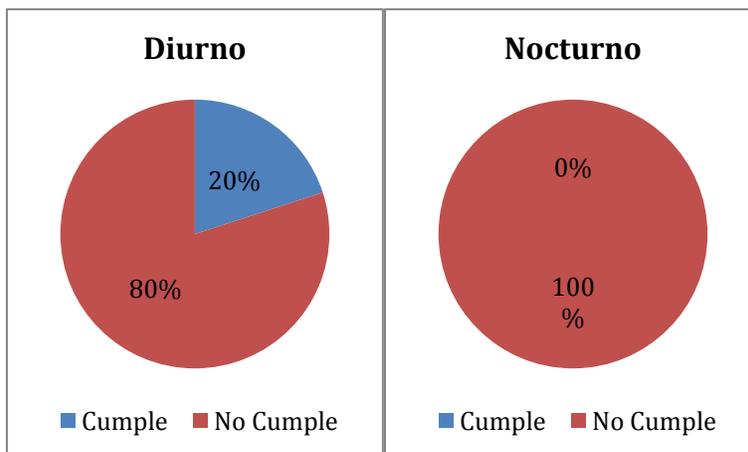


Ilustración 47. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada dominical  
Fuente: Propia (estudio actual)

Viendo el comportamiento general de la ZEA7 se puede determinar que el 20 % de los puntos de medición registraron valores acordes a los dados dentro de la normativa de ruido ambiental, haciendo referencia al punto 2, el cual registro un valor de 61.42 dBA durante la jornada diurna. Se tuvo menos cumplimiento de la normativa con relación a la jornada ordinaria, puesto que se tuvo durante el mismo periodo de medición un cumplimiento del 40 %.

Se tiene que durante el periodo nocturno se registraron valores superiores a los límites máximos, en el que se tuvo a nivel general un promedio de ruido de 69.4 dBA a comparación de la jornada diurna que tuvo un valor promedio 0.2 dBA superior y un valor promedio de excedencias de 18.4 dBA en comparación con 14.7 dBA en la jornada diurna.

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 establece un umbral de tolerancia más alto para el horario diurno que para el nocturno es posible entender que la mayoría de las zonas a evaluar excedan el máximo permisible en horas de la noche con valores altos de dBA durante este horario (véase Tabla 31).

### 6.1.2 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)

Las mediciones de ruido ambiental en las zonas de tranquilidad se realizaron en diferentes puntos estratégicos, ubicados en las zonas 1, 3 y 5 y durante las jornadas ordinaria y dominical en horario diurno. Para comparar los resultados obtenidos con la Resolución 627 de 2006 del MADS, se consideró los puntos ubicados como sector representativos del suelo: sector B. Tranquilidad y ruido moderado.

#### 6.1.2.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 32 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada ordinaria en cada uno de los puntos. Los ajustes se determinaron de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006. Además se evidencia el nivel de sobrepaso de cada punto con respecto a la normativa nacional.

Tabla 32. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZTR

ZTR	Ordinario Diurno					
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt*/Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZTR1	ZTR1PA1	66,5	3	69,5	65	4,5
	ZTR1PA2	64,9	3	67,9	65	2,9
ZTR3	ZTR3PA1	66,9	3	69,9	65	4,9
	ZTR3PA2	63,4	3	66,4	65	1,4
ZTR5	ZTR5PA1	67,3	0	67,3	65	2,3
	ZTR5PA2	70,4	3	73,4	65	8,4

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

\*\* Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

Cabe resaltar de la tabla anterior que las mediciones en zonas de tranquilidad sólo se realizaron en horario diurno tanto para la jornada ordinaria como dominical.

La gráfica que se muestra a continuación (Ilustración 48) compara el nivel de presión sonora corregido ponderado A para el horario diurno en las diferentes ZTR, así mismo realiza la comparación con el nivel máximo permisible en dBA dado por la resolución 627 de 2006 para este sector específico.

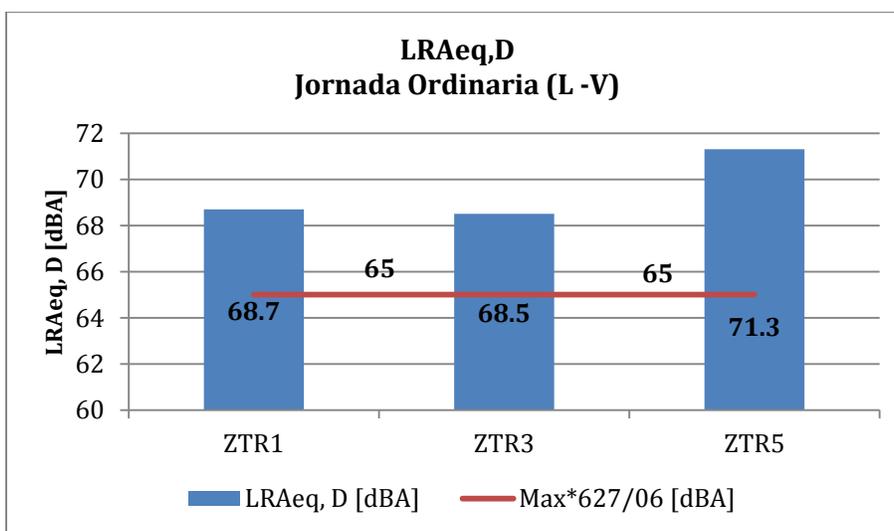


Ilustración 48. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

Durante la jornada ordinaria se observa que en promedio las 3 zonas de tranquilidad de estudio superan el nivel máximo permitido de 65 dBA. En la ZTR 5 se registra el máximo sobrepasso, con 6.3 dBA de excedencia como se muestra en la Ilustración 48. El nivel mínimo de sobrepasso se registró en el punto ZTR5 con una excedencia de 3.5 dBA. En cuanto a los puntos medidos dentro de cada zona de tranquilidad, los puntos ZTR3PA2 y

ZTR5PA2 registran los valores mínimos y máximos dentro del estudio, con valores de 63.4 dBA y 70.4 dBA.

Se observa que las zonas de tranquilidad ZTR1PA1 y ZTR3PA1 presentan niveles con poca diferencia entre sí, es decir que el nivel de presión sonora permanece constante en estos sectores del municipio, ya que no existe una variación mayor a los 0.4 dBA, al igual que en lo visto entre los puntos ZTR1PA2 y ZTR5PA1, donde no existe una diferencia de más de 0.7 dBA.

La Ilustración 49 presenta el porcentaje en que las zonas de tranquilidad cumplen con el estándar de la Resolución 627 de 2006 para el sector residencial, de acuerdo con la información en la Ilustración 48 y la Tabla 32; en rojo se muestra que el 100 % de las ZTR no cumple con el nivel establecido, ya que sobrepasan el máximo de 65 decibeles ponderados A, en cambio, en color azul se muestra que el 0 % de los puntos medidos cumplen este umbral. Cabe resaltar que las zonas que no cumplen con el nivel máximo permitido presentan correcciones ya sea de 3 dBA por componentes tonales o impulsivos en la medición.

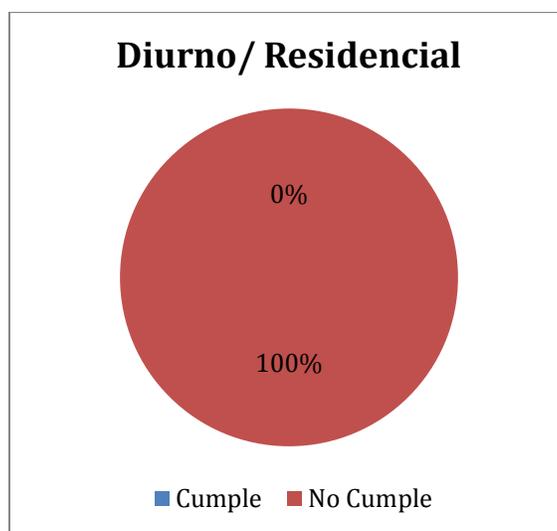


Ilustración 49. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria  
Fuente: Propia (estudio actual)

### 6.1.2.2 MEDICIONES JORNADA DOMINICAL

En la Tabla 33 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada dominical de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006. Además, se evidencia el nivel de sobrepaso de cada punto con respecto a la normativa nacional.

Tabla 33. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZTR

ZTR	Dominical Diurno					
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt*/Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]	Máx** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZTR1	ZTR1PA1	64,3	0	64,3	65	-
	ZTR1PA2	59,7	6	65,7	65	0,7
ZTR3	ZTR3PA1	74,8	3	77,8	65	12,8
	ZTR3PA2	64,6	3	67,6	65	2,6
ZTR5	ZTR5PA1	70,1	6	76,1	65	11,1
	ZTR5PA2	66,3	3	69,3	65	4,3

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

\*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

La Ilustración 50 compara el indicador LRAeq para el horario diurno en las diferentes ZTR según la información en la tabla anterior, así mismo realiza la comparación con el nivel máximo permisible en dBA dado por la resolución 627 de 2006.

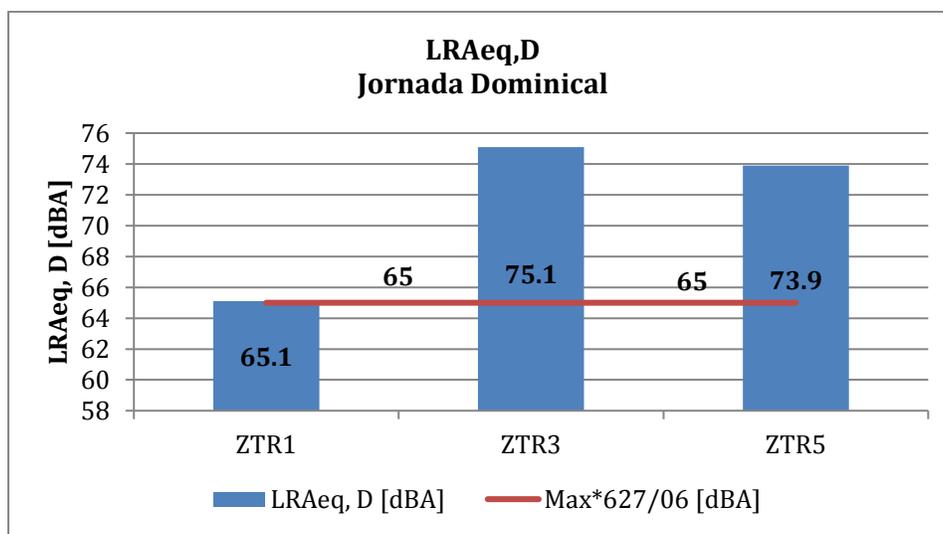


Ilustración 50. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

En la jornada dominical y considerando la incertidumbre asociada a la medición, se tiene que dos (2) zonas de tranquilidad superan el nivel máximo permitido de 65 dBA, además se evidencia que el sobrepasso de nivel se encuentra en promedio entre 8.9 dBA para la ZTR 5 y de 10.1 dBA para la ZTR 3. Se registra a lo largo de los puntos de medición que el nivel de presión sonora es similar entre los puntos ZTR1PA1, ZTR1PA2 y ZTR3PA2 las cuales se encuentran entre los valores de 64.3 dBA y 67.6 dBA, siendo los más bajos del estudio; mientras que por otro lado, los puntos ZTR3PA1 y ZTR5PA1 registran los valores mas elevados de ruido, entre los valores de 76.1 dBA y 77.8 dBA.

En la Tabla 33 es posible observar que se realizan gran cantidad de correcciones en el nivel sonoro medido, además que la mayoría de éstas son de tipo neto, es decir que añade 3

dBA al nivel de presión sonora inicial. A comparación con la jornada ordinaria, durante la jornada dominical los niveles de presión sonora presentan resultados superiores.

En la Ilustración 51 se presenta el porcentaje en que las zonas de tranquilidad cumplen con el estándar de la Resolución 627 de 2006 para el sector residencial en jornada dominical; en color rojo se muestra que el 83.3 % de los puntos medidos sobrepasan este umbral, además tan sólo uno (1) de los seis (6) puntos de medición registran un nivel menor a los 65 dBA, es por esto que, en color azul, se evidencia que el 16.6 % de las zonas de tranquilidad (ZTR) cumplen con el nivel establecido en decibeles ponderados A.

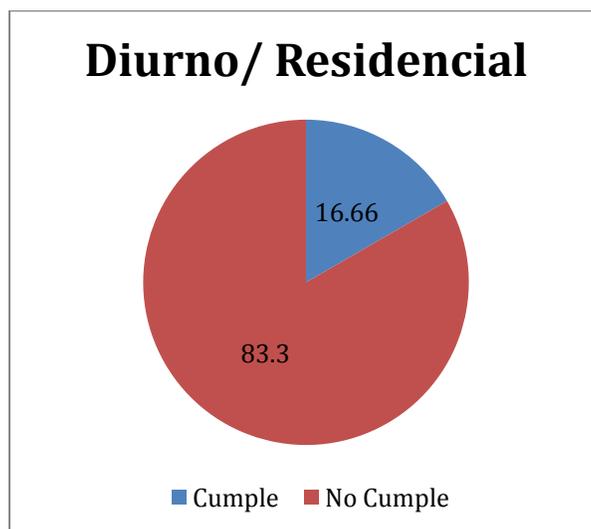


Ilustración 51. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical  
*Fuente: Propia (estudio actual)*

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

## 7 MODELACIÓN

### 7.1 ENFOQUE

La generación del Mapa Estratégico de Ruido como resultado de la predicción de la propagación del ruido, se realizará con el fin de identificar los aportes de los diferentes tipos de fuentes relevantes que se identificaron previamente. Con este mapa estratégico de ruido se podrán identificar los aportes de cada una de estos tipos de fuentes identificadas, lo cual permitirá realizar una gestión del ruido más efectiva que permita controlar los niveles de ruido donde se determine exposiciones altas.

#### 7.1.1 ESTÁNDARES UTILIZADOS

El software utilizado para realizar la predicción de propagación de ruido fue CadnaA versión 2017 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH. Esta licencia contiene variados estándares que serán utilizados para la selección del estándar de tráfico rodado.

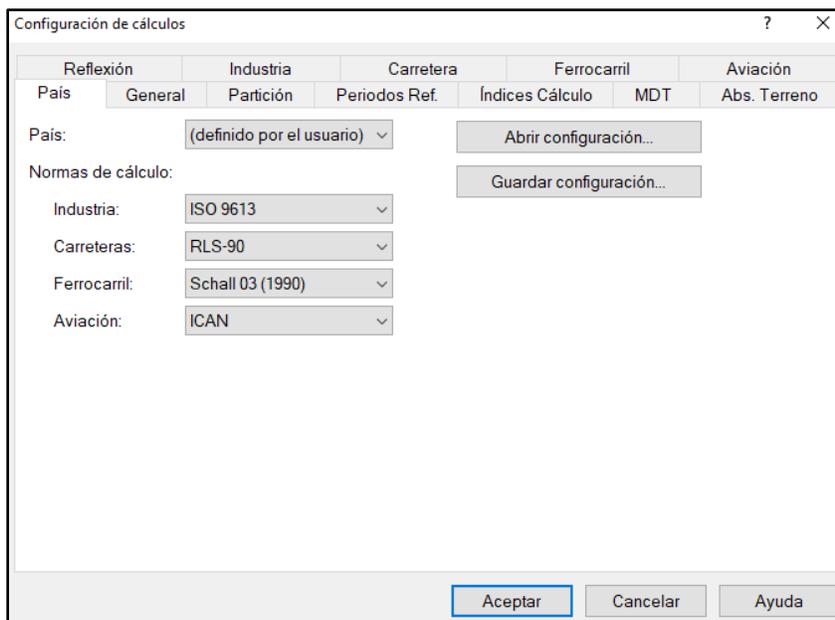


Ilustración 52. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S  
Fuente: Licencia K2 Ingeniería. Datakustik GmbH, 2017

Para realizar las simulaciones de ruido se utilizó el estándar ISO 9613-2:2007.

- **Parámetros acústicos**

Se estableció la configuración en el software de modelación ingresando los parámetros necesarios para ejecutar el modelo de ruido. Como se muestra en la Ilustración 53, para este estudio el único estándar usado fue el ISO 9613-2:2007.



Configuración de cálculos

Reflexión	Industria	Carretera	Ferrocarril	Aviación		
País	General	Partición	Periodos Ref.	Índices Cálculo	MDT	Abs. Terreno
País:	(definido por el usuario) ▾		Abrir configuración...			
Normas de cálculo:	Guardar configuración...					
Industria:	ISO 9613 ▾					
Carreteras:	RLS-90 ▾					
Ferrocarril:	Schall 03 (1990) ▾					
Aviación:	ICAN ▾					

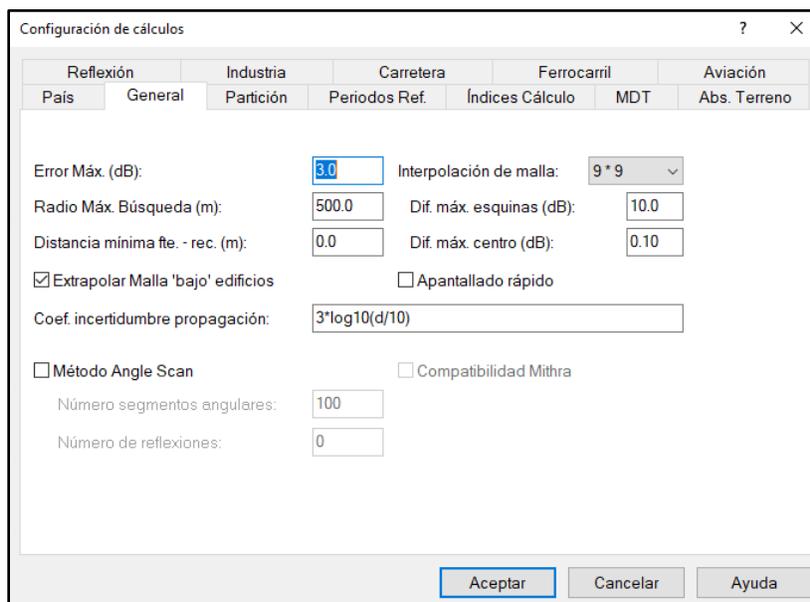
Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 53. Estándares

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Configuración General**

Se estableció también un error máximo de 3 dB, al tiempo que para la salida del modelo se configuró una modelación con una malla de 9\*9.



Configuración de cálculos

Reflexión	Industria	Carretera	Ferrocarril	Aviación		
País	General	Partición	Periodos Ref.	Índices Cálculo	MDT	Abs. Terreno
Error Máx. (dB):	3.0	Interpolación de malla:	9 * 9 ▾			
Radio Máx. Búsqueda (m):	500.0	Dif. máx. esquinas (dB):	10.0			
Distancia mínima fle. - rec. (m):	0.0	Dif. máx. centro (dB):	0.10			
<input checked="" type="checkbox"/> Extrapolar Malla 'bajo' edificios	<input type="checkbox"/> Apantallado rápido					
Coef. incertidumbre propagación:	3*log10(d/10)					
<input type="checkbox"/> Método Angle Scan	<input type="checkbox"/> Compatibilidad Mithra					
Número segmentos angulares:	100					
Número de reflexiones:	0					

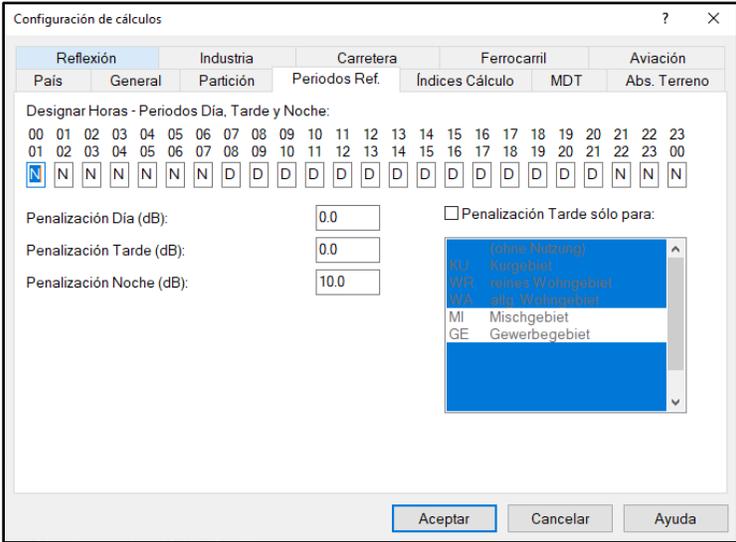
Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 54. Configuración General

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Períodos de referencia**

Conforme lo establece la Resolución 0627 de 2006, para la definición de los períodos de referencia en la modelación, se consideró desde la hora 7 hasta la hora 21 para las horas del día, y desde la hora 21 hasta la hora 7 para la noche.



Configuración de cálculos

Reflexión	Industria	Carretera	Ferrocarril	Aviación
País	General	Partición	Periodos Ref.	Índices Cálculo
			MDT	Abs. Terreno

Designar Horas - Periodos Día, Tarde y Noche:

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						

Penalización Día (dB):   Penalización Tarde sólo para:

Penalización Tarde (dB):

Penalización Noche (dB):

(ohne Nutzung)  
 RI1 Reingebiet  
 RI2 mixed Wohngebiet  
 RI3 ohne Wohngebiet  
 MI Mischgebiet  
 GE Gewerbegebiet

Aceptar Cancelar Ayuda

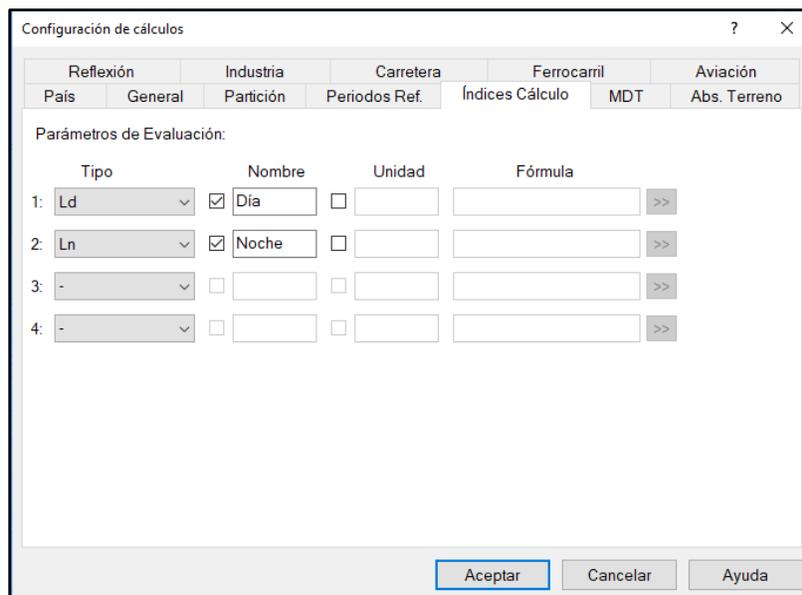
Ilustración 55. Períodos de referencia

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Índices de cálculo**

Los índices de cálculo usados fueron indicadores de niveles sonoros medios a largo del día, adecuados para la planificación y para la aplicación de un planteamiento integrado a zonas residenciales, ciudades y aglomeraciones, pero no apropiados para situaciones a corto plazo asociados a quejas y denuncias concretas.

(Espacio intencionalmente en Blanco)



	Reflexión	Industria	Carretera	Ferrocarril	Aviación		
	País	General	Partición	Periodos Ref.	Índices Cálculo	MDT	Abs. Terreno
Parámetros de Evaluación:							
	Tipo	Nombre	Unidad	Fórmula			
1:	Ld	<input checked="" type="checkbox"/> Día	<input type="checkbox"/>				>>
2:	Ln	<input checked="" type="checkbox"/> Noche	<input type="checkbox"/>				>>
3:	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				>>
4:	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				>>

Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 56. Parámetros a evaluar

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Estos parámetros fueron LAeq,D y LAeq,N, referidos a los períodos definidos como día y noche respectivamente. LAeq,D por su parte, es un indicador de ruido asociado al día, donde al día le corresponden 14 horas, el período se extiende desde las 7 hasta las 21 horas. Por otra parte, LAeq,N es un indicador del nivel sonoro para el periodo de la noche, donde a la noche le corresponden 10 horas, éste período se extiende desde las 21 hasta las 7 horas.

### 7.1.2 IDEALIZACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO

La idealización del modelo geométrico que se utilizará para realizar las predicciones de propagación de niveles de presión sonora comprendió los siguientes objetos: modelo digital de elevación, edificaciones. La base cartográfica básica y la adquisición de información CATASTRAL (localización de bienes inmuebles) se realizó directamente con la entidad oficial encargada de estos temas como lo es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. En específico se utilizaron los siguientes sets de datos: elevaciones y construcciones.

Con el objetivo de disminuir los tiempos de cálculo fue necesario simplificar las geometrías de las construcciones. Este proceso se realizó por medio de análisis espaciales con herramientas de Sistemas de Información Geográficos (SIG).



Ilustración 57. Construcciones sin simplificar  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

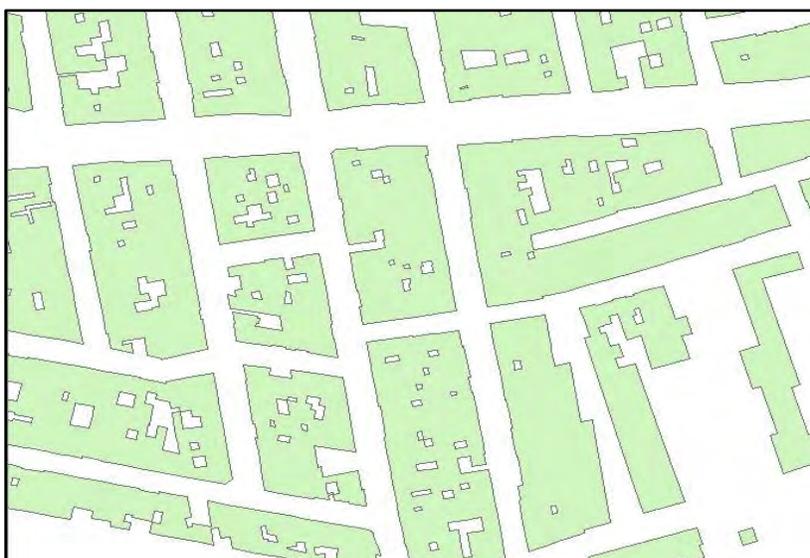


Ilustración 58. Construcciones simplificadas  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

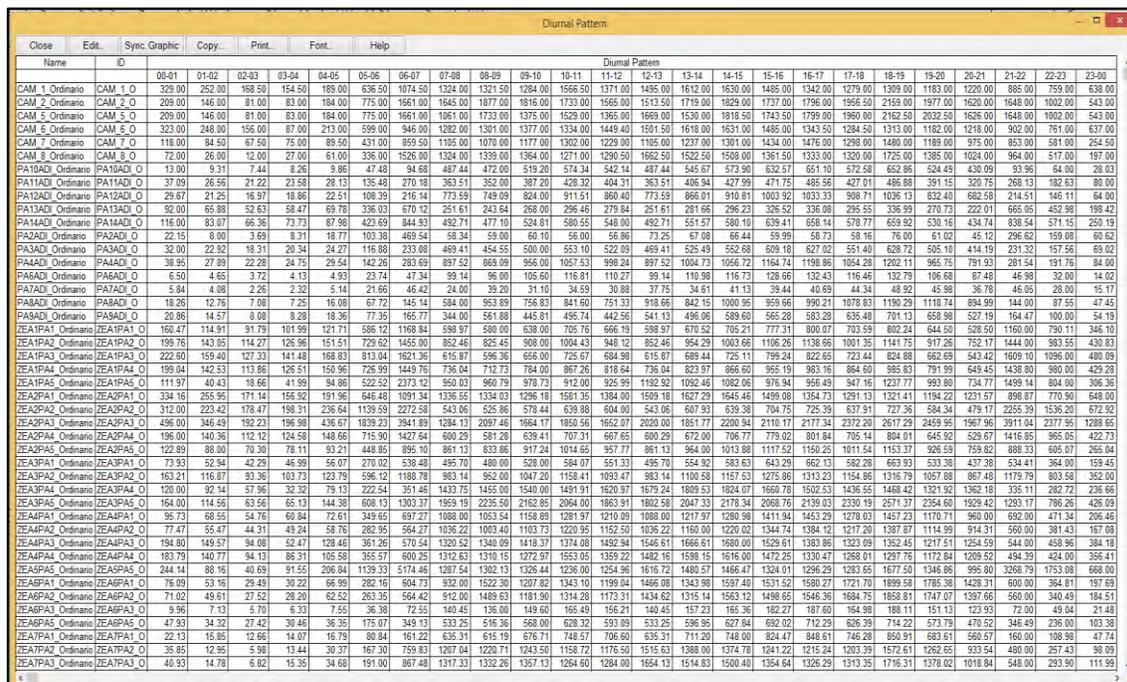
### 7.1.3 IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA

- **TRAFICO RODADO**

Los niveles de ruido generados por el tráfico rodado se determinaron con base en la información de los aforos realizados y se determinó para el resto de la malla vial el flujo vehicular. Al modelo se ingresaron por cada aforo redistribuido, los perfiles horarios (flujo promedio por cada hora del día) respectivos, se generaron unos perfiles adicionales con base en los aforos vehiculares realizados en los momentos de las mediciones de ruido ambiental, extrapolar los aforos de 15 minutos a 1 hora. Para el resto de hora se

identificaron de los aforos medidos valores similares, a partir de los cuales se determinaron los factores respectivos para determinar los flujos para el resto de horas.

El ancho de la vía se configura teniendo en cuenta la clasificación de las vías de la malla vial. El tipo de material de la vía, las velocidades para cada aforo vehicular también fueron tomadas de los datos tomados en campo. La altura de las vías con respecto al suelo y demás parámetros de cálculos serán establecidos cuando se defina el estándar de cálculo de tráfico rodado a utilizar. El estándar utilizado es el RLS 90 (software CadnaA)



The screenshot shows a software window titled "Diurnal Pattern" with a grid of numerical data. The columns represent different times of the day from 08:01 to 23:40. The rows represent various locations, such as CAM\_1\_Ordinario, PAAADI\_Ordinario, etc. The data values are small numbers, likely representing noise levels or traffic flow metrics.

Ilustración 59. Aforos vehiculares por hora  
Fuente. Propia (estudio actual)

• **EMISIÓN DE RUIDO DE LAS ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)**

Para la medición de ruido específico de ruido de las emisiones del ruido generado en las zonas de especial atención tomamos como referencia la medición en un solo punto de acuerdo a lo especificado en la ISO 1996-2:2009 a una altura de medición de 1.2 metros de altura sobre el nivel del suelo a una distancia de 1.5 metros de la fachada. Las idealizaciones de las fuentes en el modelo por motivo de simplicidad se realizaron como fuentes puntuales sobre la fachada de la respectiva ubicación de donde se genera la emisión de ruido. En algunos casos donde las emisiones de ruido se presentan en espacios públicos como parques y andenes las geometrías se representaron como área.

Como niveles de potencia sonora (PWL, por su sigla de inglés) para cada una de estos tipos de fuentes se utilizarán los niveles de ruido medidos in situ como espectro de frecuencia en tercias de octavas (dBz). Se determinaron los promedios por bandas para cada tipo de fuentes, donde el campo ID representa los niveles de ruido de cada fuente.

OK	Cancel	Edit...	Copy...	Print...	Font...	Help											
Name		ID	Type	Oktave Spectrum (dB)											Source		
				Weight.	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	lin		
	Amplificación sonido/música (fija)	D_10	Lw		96.0	99.0	100.2	93.2	92.4	93.4	87.3	85.6	77.1	102.4	109.6		
	Centro Comercial	D_11	Lw		91.5	97.4	93.3	88.0	85.0	83.9	81.5	77.1	70.8	93.9	105.1		
	Discotecas/Bares/Tabernas	D_12	Lw		93.0	113.1	104.5	103.8	101.8	99.3	94.6	90.0	86.0	109.4	119.5		
	Iglesias o Salas de culto	D_14	Lw		86.3	95.3	93.5	89.7	92.8	87.6	83.8	81.8	75.8	98.0	104.7		
	Lavaderos	D_15	Lw		95.6	97.3	95.7	91.4	89.8	88.3	86.3	82.9	78.8	98.6	106.8		
	Supermercados (Tiene Parking)	D_17	Lw		88.9	93.0	93.6	87.6	85.1	82.4	79.2	75.2	69.2	92.9	102.8		
	Tiendas	D_18	Lw		93.6	96.1	96.6	91.4	90.4	89.5	85.9	83.3	76.6	99.6	106.7		
	Venta ambulante sin amplificación	D_19	Lw		95.5	96.5	98.1	91.7	91.1	87.9	85.5	84.2	78.4	99.1	107.8		
	C. educativo (Colegio, Universidad)	D_20	Lw		93.4	94.9	94.6	90.2	89.3	94.1	86.3	82.8	74.2	100.2	106.5		
	Complejos deportivos o recreación	D_22	Lw		93.1	98.7	93.0	90.2	86.8	86.4	86.3	80.2	76.6	96.4	106.1		
	Estaciones de servicio	D_23	Lw		96.4	97.9	94.2	89.6	87.6	86.8	83.8	80.9	75.5	96.6	106.0		
	Fábrica, industria	D_24	Lw		101.9	99.2	93.2	91.9	87.7	86.0	82.5	78.9	73.8	95.9	107.7		
	Hospitales	D_25	Lw		93.2	96.4	93.9	88.7	86.6	85.1	82.2	79.7	74.0	95.2	105.0		
	Obras, Planta de producción	D_27	Lw		91.5	94.8	91.9	87.8	86.3	84.8	83.4	82.1	79.7	95.7	103.5		
	Parqueaderos	D_28	Lw		93.4	96.2	94.0	90.6	90.9	87.2	84.6	82.4	74.8	97.7	105.8		
	Talleres, carpinterías, etc.	D_31	Lw		93.1	95.9	92.7	88.7	87.5	86.3	82.5	80.3	76.5	96.3	104.7		
	Otros	D_33	Lw		95.8	95.6	93.0	89.8	87.5	86.1	83.7	79.9	74.5	96.0	105.1		

Ilustración 60. Niveles de ruido por espectro de octava  
Fuente. Propia (estudio actual)

## 7.2 MALLAS DE CÁLCULO

La malla de cálculo fue configurada a 4 metros de altura sobre el nivel del terreno del municipio, incluyendo las edificaciones con sus respectivas alturas. El espaciado de malla fue igual a 5 metros en el eje "x", como en el eje "y" (Ver Ilustración 61).

Como el área de estudio concernió a un espacio delimitado, las simulaciones se realizaron sin interpolación de la malla.

Receiver Grid ✕

Receiver Spacing: dx (m):

dy (m):

Receiver Height (m):

Absolute

Exclude Sound Sources

Exclude Buildings

Use Height of Buildings

for all Variants

Ilustración 61. Configuración malla de cálculo  
Fuente. Propia (estudio actual)

### 7.3 CONFIGURACIONES DE CÁLCULO GENERALES

Los parámetros generales considerados en el modelado fueron los siguientes:

- **Estándar industrial:** ISO 9613 Fuente especificada no válida..
- **Error máximo:** 3.0
- **Radio máximo de búsqueda:** 500 metros.
- **Coefficiente de propagación de la incertidumbre:**  $3 \log_{10} \left( \frac{d}{10} \right)$ , donde  $d$  es la distancia de referencia de predicción (10 metros) y se presenta a una razón de 3 dB cada 10 metros.
- **Absorción del terreno:** 1, equivalente a la absorción de un suelo poroso.
- **Orden de reflexión:** Escogido de orden 1 en base a lograr un equilibrio entre el detalle de los resultados y tiempo de procesamiento del modelo.
- **Meteorología:** Humedad relativa % = 69%, temperatura en grados centígrados  $T = 24^{\circ}\text{C}$  y dirección del viento en grados predominante del Sur.
- **Interpolación de malla:**  $9 * 9$
- **Espaciado de malla:** 5 metros.
- **Apantallado rápido<sup>2</sup>:** No activado debido a que el modelo predictivo fue ISO 9613 Fuente especificada no válida..
- **Factor raster:** 0.5 Tomado de la fracción de segmentación de las fuentes de emisiones.
- **Proyección de fuentes de área y lineales:** Desactivado
- **Máxima longitud de sección:** 2,000 metros
- **Mínima longitud de sección:** 75%
- **Tiempo de referencia:** Diurno y nocturno acorde a lo establecido en la Res. 0627. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, 7 de Abril de 2006 )
- **Parámetros evaluados:**  $LA_{eq, D}$ ,  $LA_{eq, N}$  y  $LDN$ , Nivel jornada diurna, nivel jornada nocturna y nivel de 24 horas respectivamente.
- **Modelo del terreno con triangulación:** Activado – Solamente Bordes explícitos
- **Coefficiente de absorción de las edificaciones:** bajo (ver Tabla 34)

---

<sup>2</sup> Con apantallado rápido solo un número de obstáculos limitados son calculados en los niveles de presión sonora.

Tabla 34. Coeficiente de absorción en ponderación A por bandas de octavas

FRECUENCIA	31.5 [Hz]	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1,000 [Hz]	2,000 [Hz]	4,000 [Hz]	8,000 [Hz]
$\alpha_m$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: DataKustik GmbH Fuente especificada no válida.

## 7.4 DATOS DE ENTRADA AL MODELO

### 7.4.1 DOMINIO DE ESTUDIO

El dominio de estudio principal corresponde al límite del casco urbano basado en el área propuesta por el POT del municipio, y para el modelo este límite se incrementó para obtener información necesaria para conocer el comportamiento del modelo en las zonas periféricas del municipio. Para realizar el cálculo en cada una de las divisiones se tuvo en cuenta el set completo del modelo de predicción (Casco urbano).

### 7.4.2 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

En el modelo de propagación objeto de estudio, se tuvo en cuenta el relieve de la zona que comprende el municipio de Jamundí, elevaciones tanto para los receptores como para todas las fuentes simuladas, generando de esta manera las condiciones topográficas en el dominio de interés.

El modelo digital de elevación fue construido a partir de información topográfica obtenida de parte de la CVC y cuenta con una capacidad de detalle entre 5 a 12 metros.

En la siguiente ilustración se observa la topografía utilizada en el escenario de estudio utilizado para realizar el cálculo de propagación de ruido. El sistema de referencia geográfico utilizado corresponde a MAGNA-SIRGAS origen Bogotá.



Ilustración 62. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo

Fuente. Propia (estudio actual)

### 7.4.3 FUENTES

- **TRÁFICO RODADO**

Los datos recopilados para realizar los test con el fin de seleccionar el estándar de tráfico rodado del modelo se tomaron de la Información de los aforos vehiculares por carril para cada punto de medición que se requieren para realizar el cálculo de ruido con los estándares RLS 90.

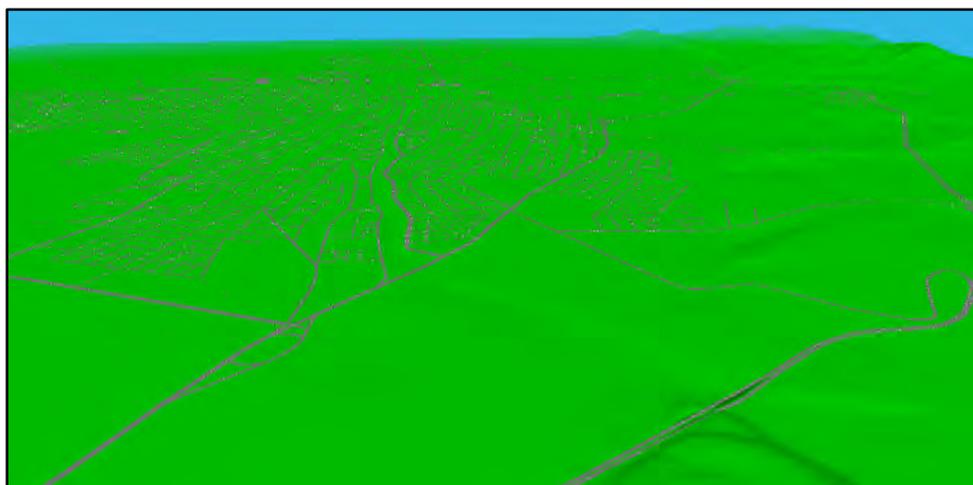


Ilustración 63. Malla vial ingresada al modelo  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

- **OBSTÁCULOS**

Se presenta una sección de las edificaciones ingresadas al modelo.

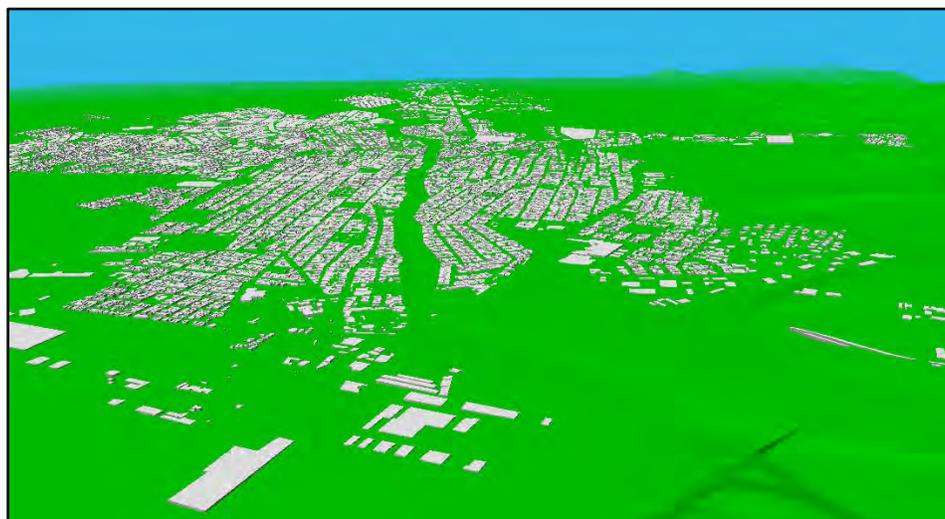


Ilustración 64. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

- **FUENTES PUNTUALES**

Las fuentes puntuales corresponden a los datos inventariados de emisión de ruido, que conforman las zonas de especial atención – ZEA

#### 7.4.4 NIVELES DE POTNECIA ACÚSTICA

Como respuesta al enfoque de MER para el municipio de Jamundí, se han idealizado los niveles de potencia acústica de emisión, clasificados por cada tipo de fuente, y a partir de ellos se introdujo en el modelo la contribución de fuentes fijas diferentes al tráfico vehicular.

Estos niveles de potencia acústica fueron obtenidos bajo mediciones de presión acústica tomadas a 1.2m de altura sobre el nivel del suelo y a una distancia de 1.5 m de la fachada.

La potencia fue calculada bajo la metodología explicada en el apartado 5.6, y los espectros resultantes fueron introducidos al software de cálculo.

A continuación, se muestra el espectro idealizado de las fuentes puntuales (fuentes fijas) idealizadas en el modelo:

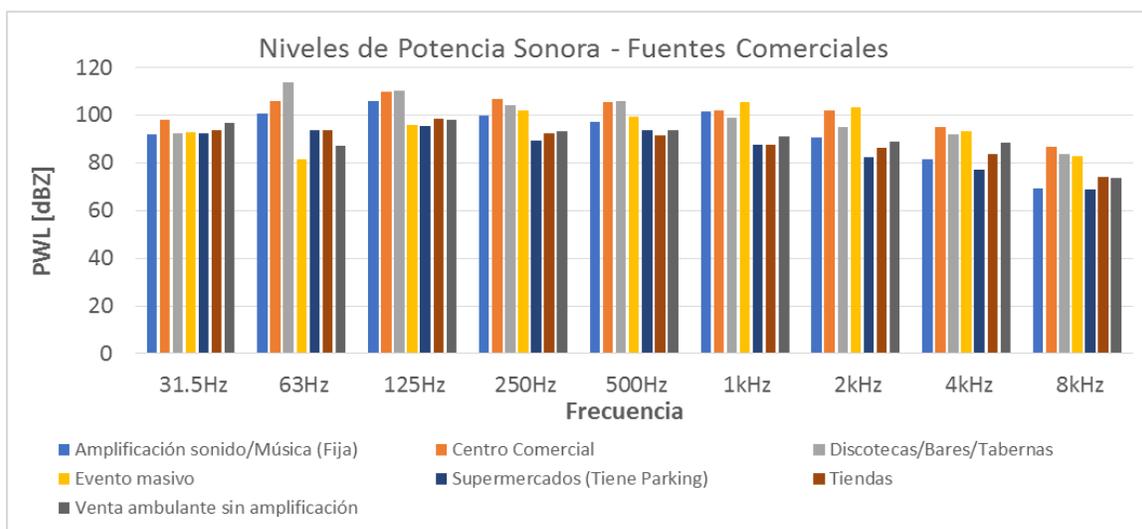


Ilustración 65. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

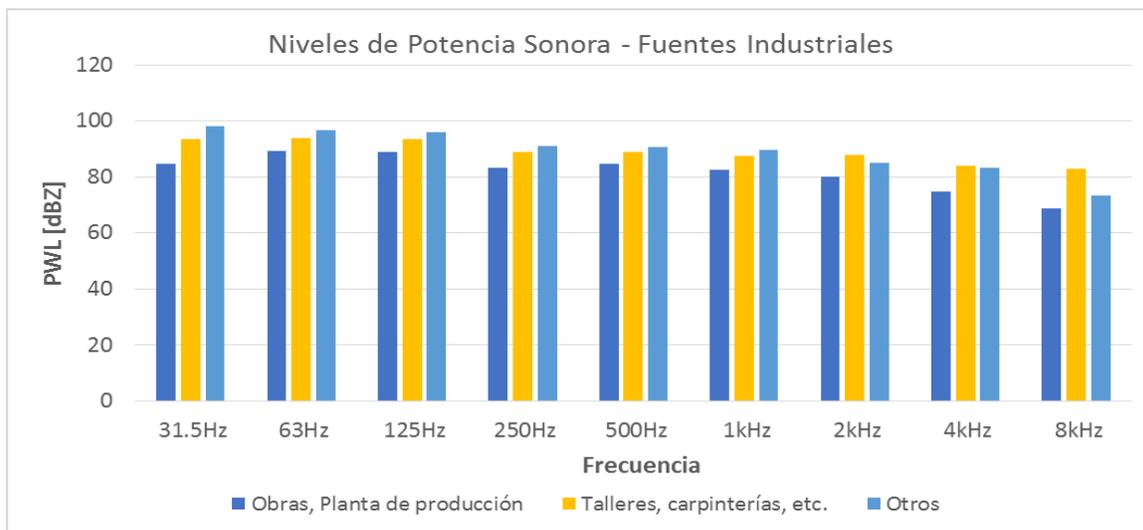


Ilustración 66. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

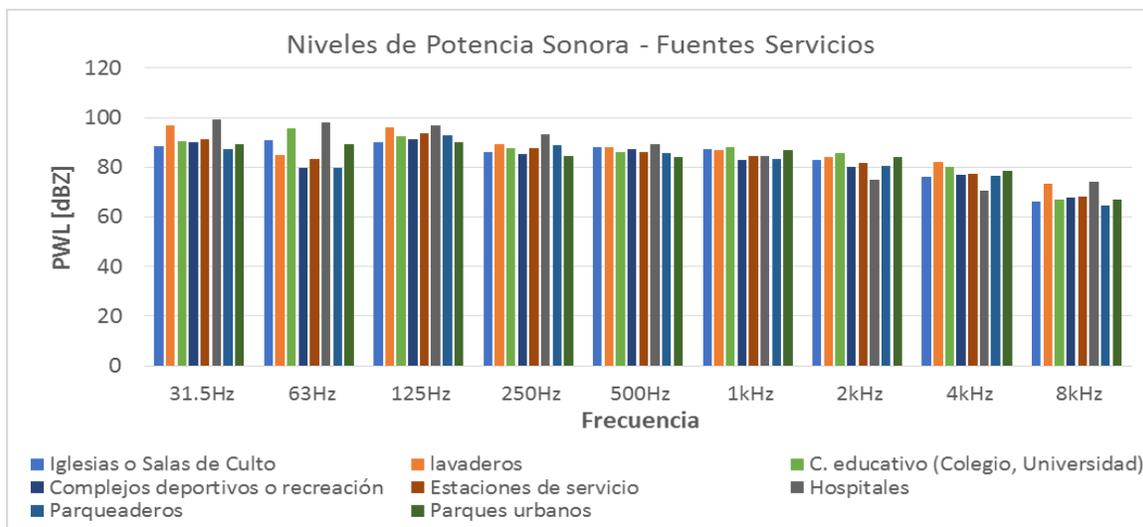


Ilustración 67. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

Los valores representados anteriormente también se encuentran tabulados en el Anexo digital 8, incluidos las fuentes restantes tales como:

Tabla 35. Inventario de Fuentes

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
Vial	Bajo	Actividad de personas (Hablando, gritando, caminando, etc.)	1

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
	Alto	Aeronaves, trenes u otros medios	2
	Alto	Bocinas, sirenas, alarmas	3
	Medio	"Chatarras andantes"	4
	Medio	Resonadores, amplificador en vehículos.	5
	Bajo	Tráfico vehicular Liviano	6
	Alto	Tráfico vehicular Mixto	7
	Alto	Tráfico vehicular Pesado	8
	Alto	Trancones	9
Comercial	Alto	Amplificación sonido/Música (Fija)	10
	Alto	Centro Comercial	11
	Alto	Discotecas/Bares/Tabernas	12
	Medio	Evento masivo (Protesta, caravana, desfile)	13
	Alto	Iglesias o Salas de Culto	14
	Alto	Lavaderos	15
	Alto	Perifoneo/ altoparlante (Móvil)	16
	Bajo	Supermercados (Tiene Parking)	17
	Bajo	Tiendas	18
	Bajo	Venta ambulante sin amplificación	19
Industrial y de Servicios	Bajo	C. educativo (Colegio, Universidad)	20
	Medio	Coliseos, Estadio (en uso) Concierto, Partido	21
	Bajo	Complejos deportivos o recreación	22
	Alto	Estaciones de servicio	23
	Alto	Fábrica, Industria	24
	Bajo	Hospitales	25
	Alto	Motobombas	26
	Alto	Obras, Planta de producción	27
	Bajo	Parqueaderos	28
	Bajo	Parques urbanos	29

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
	Alto	Plantas eléctricas	30
	Medio	Talleres, carpinterías, etc.	31
Otros	Bajo	Animales silvestres	32
	Bajo	Otros	33

Fuente: Propia (Estudio actual)

Además de las fuentes fijas presentadas, otras fuentes hicieron parte del registro que entregaron los técnicos de campo. Esa información no hace parte del presente reporte, sin embargo, su utilidad radicó en tener para cada zona un panorama general de la dinámica de las actividades de tráfico y otras que eventualmente, ayudaron a soportar los análisis realizados.

## 7.5 ESTRUCTURA MAG

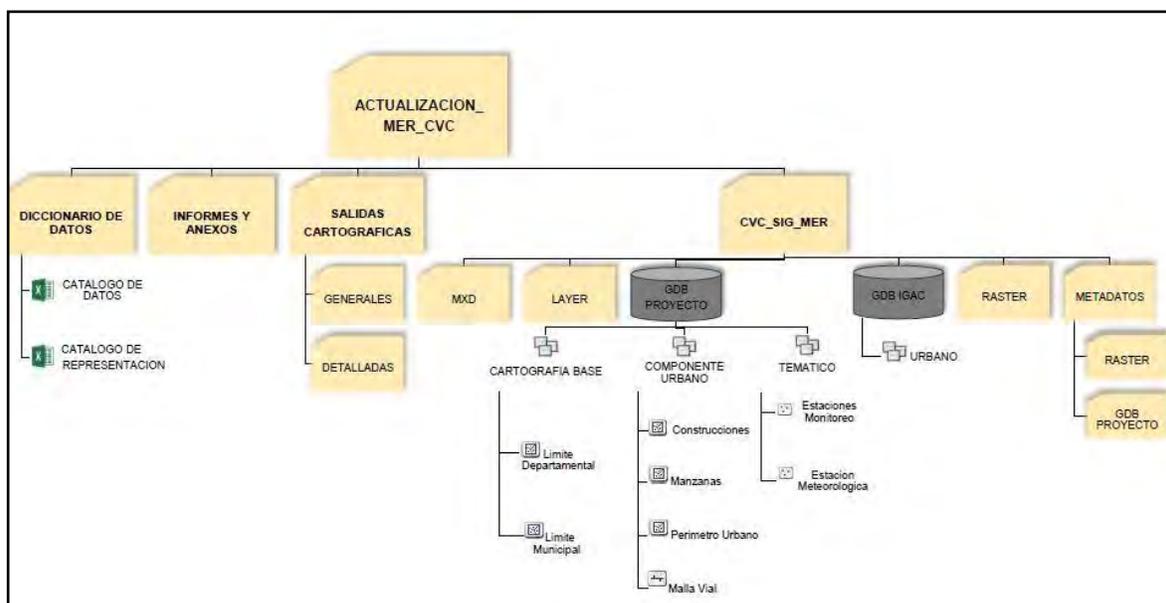


Ilustración 68. Estructura MAG

La carpeta final relacionada a este municipio contiene:

**GDB\_PROYECTO:** Se reúne la información referente a los archivos tipo shape que se incluyen en cada mapa de ruido, los cuales corresponden a la cartografía base, componente urbano del municipio y shapes generados del proyecto.

**GDB\_IGAC:** Se incluye la información de la cartografía base tomada del IGAC, a partir de esto se digitalizó el componente urbano del municipio, el cual incluye construcciones, manzanas, perímetro urbano y malla vial.

**RASTER:** Es el producto en formato .TIF generado a partir de la modelación de ruido, los datos representan fenómenos de propagación de ruido en la zona evaluada.

### 7.5.1 DICCIONARIO DE DATOS: CATALOGO DE OBJETOS

El catálogo de objetos y representaciones de acuerdo a la estructura propuesta la cual se ajusta a los parámetros de la CVC.

La información se documenta en archivos Excel en formato \*.XLSX, e incluye los datos de cada elemento (LAYER) contenido en los mapas temáticos, junto con las propiedades y características de la tabla de atributos así:

Se subdividen de la siguiente manera:

### 7.5.2 CATALOGO DE OBJETOS

En el catálogo de objetos se realiza una descripción de cada objeto contenido en cada uno de los mapas temáticos. Se realiza una descripción del objeto y de sus atributos.

Tabla 4. Objeto Isofona ruido Total periodo Ordinario Diurno								
Nombre	Iaeq_DD_T			Código	010101			
Definición	El objeto describe los niveles de ruido generados por las diferentes fuentes en el municipio de Tuluá, conforme a lo dispuesto en la resolución 0627 de 2006 y los estándares para modelación ISO 9613.							
Alias	Isofona Ruido Total periodo Ordinario Diurno							
Subtipo	Iaeq_DD_T							
Geometría	Polígono							
Responsable:	Nombre de la entidad	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca			Ciudad	Valle del Cauca		
	Cargo	0			Departamento	Valle del Cauca		
	Tipo de responsable	Creador			País	Colombia		
	Dirección	0			Teléfono	0		
Atributos								
Nombre	Alias	Definición	Código	Unidad de Medida	Tipo de valor	Tamaño	Obligatoriedad	Domínio
OBJETO_ID	ID	Numero Unico-Identificador del poligono, generado como un consecutivo de no más de seis caracteres.	01010101	N/A	OBJETO		SI	
DB_LO	LIMITE INFERIOR	Corresponde al limite inferior de los niveles de presión sonora determinados a partir de la modelación	01010102	dB (A)	FLDAT		SI	
DB_HI	LIMITE SUPERIOR	Corresponde al limite superior de los niveles de presión sonora determinados a partir de la modelación	01010103	dB (A)	FLDAT		SI	
RULED	SIMBOLOGIA	Cada uno de los niveles de representación determinados en la modelación	01010104	N/A	LONGINTEGER		SI	
VERRIDE	EXCEPCIONES	Excepciones de geometrias	01010105	N/A	BLOB		SI	
FECH_CREA	FECHA CREACION	Fecha de creación del nivel geográfico, cada en (DD/MM/AAAA)	01010106	N/A	DATE		SI	
FECH_ACTU	FECHA ACTUALIZACION	Fecha de actualización del nivel geográfico, cada en (DD/MM/AAAA)	01010107	N/A	DATE		SI	
SHAPE_AREA	AREA	Corresponde al área que representa cada nivel de presión sonora	01010108	m2	DOUBLE		SI	
SHAPE_LENGTH	PERIMETRO	Corresponde al perimetro que representa cada nivel de presión sonora	01010109	m	DOUBLE		SI	
Relaciones entre objetos								
Nombre	Urbano	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad	
Operaciones								
Nombre	Definición	Firma						
Domínios								
Atributo	Etiqueta	Código	Definición					
RuidoD	TotalDiurnoOrd_Rea_Rules	1	<35					
		2	35.1 a 40					
		3	40.1 a 45					
		4	45.1 a 50					
		5	50.1 a 55					
		6	55.1 a 60					
		7	60.1 a 65					
		8	65.1 a 70					
		9	70.1 a 75					
		10	75.1 a 80					
		11	80 >					
		-1	Free representación					

Ilustración 69. Catálogo de objeto

### 7.5.3 CATALOGO DE REPRESENTACION

En el catálogo de representación se definen las funciones y simbologías de los objetos.

Código	CF020500	Ciudad			
Título	Niveles de Ruido	Departamento			
Responsable		País			
Nombre de la representación		Teléfono			
Cargo		Fecha			
Tipo de responsable		Tipo de fecha			
Dirección		Resumen			
Código de la función		Título	Fecha	Tipo de fecha	Especificación
CF020500-01	dB (A) < 35	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango de 35 dB (A), ENTONCES el símbolo es CF020500-01	
CF020500-02	dB (A) > 35.1 < 40	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 35.1 dB (A) y menor a 40 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-03	dB (A) > 40.1 < 45	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 40.1 dB (A) y menor a 45 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-04	dB (A) > 45.1 < 50	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 45.1 dB (A) y menor a 50 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-05	dB (A) > 50.1 < 55	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 50.1 dB (A) y menor a 55 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-06	dB (A) > 55.1 < 60	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 55.1 dB (A) y menor a 60 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-07	dB (A) > 60.1 < 65	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 60.1 dB (A) y menor a 65 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-08	dB (A) > 65.1 < 70	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 65.1 dB (A) y menor a 70 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-09	dB (A) > 70.1 < 75	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 70.1 dB (A) y menor a 75 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-10	dB (A) > 75.1 < 80	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 75 dB (A) y menor a 80.1 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-11	dB (A) > 80.1	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 80.1 dB (A) ENTONCES el símbolo es CF020500	
Código del conjunto de símbolos	CF020500	Fecha	2011027		
Título	Niveles de Ruido	Tipo de fecha	Creación		
Código del símbolo	Título	Geometría	Muestra Gráfica	Propiedad	Valor
CF020500-01	dB (A) < 35	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	198,224,180 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-02	dB (A) > 35.1 < 40	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	86,142,20 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-03	dB (A) > 40.1 < 45	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	0,102,51 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-04	dB (A) > 45.1 < 50	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	255,255,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-05	dB (A) > 50.1 < 55	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	255,204,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-06	dB (A) > 55.1 < 60	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	255,138,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-07	dB (A) > 60.1 < 65	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	227,66,52 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-08	dB (A) > 65.1 < 70	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	204,51,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-09	dB (A) > 70.1 < 75	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	222,76,138 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-10	dB (A) > 75.1 < 80	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	0,0,255 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros
CF020500-11	dB (A) > 80.1	Polígono		Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea	0,0,128 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros

Ilustración 70. Catálogo de representación



## 8 MAPAS ACÚSTICOS

### 8.1 MAPAS TOTALES

#### 8.1.1 MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA

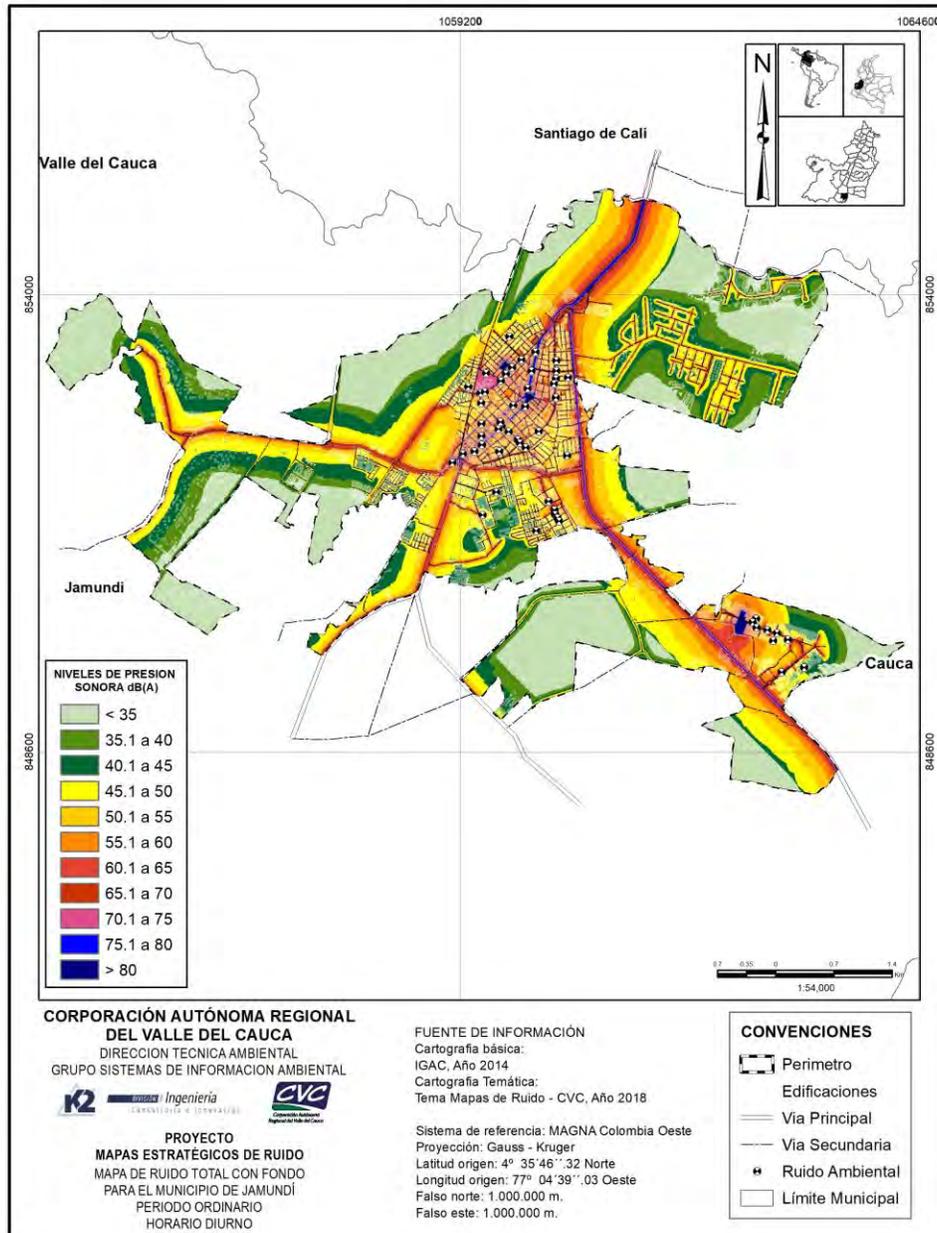


Ilustración 72. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna  
Fuente. Propia (estudio actual)

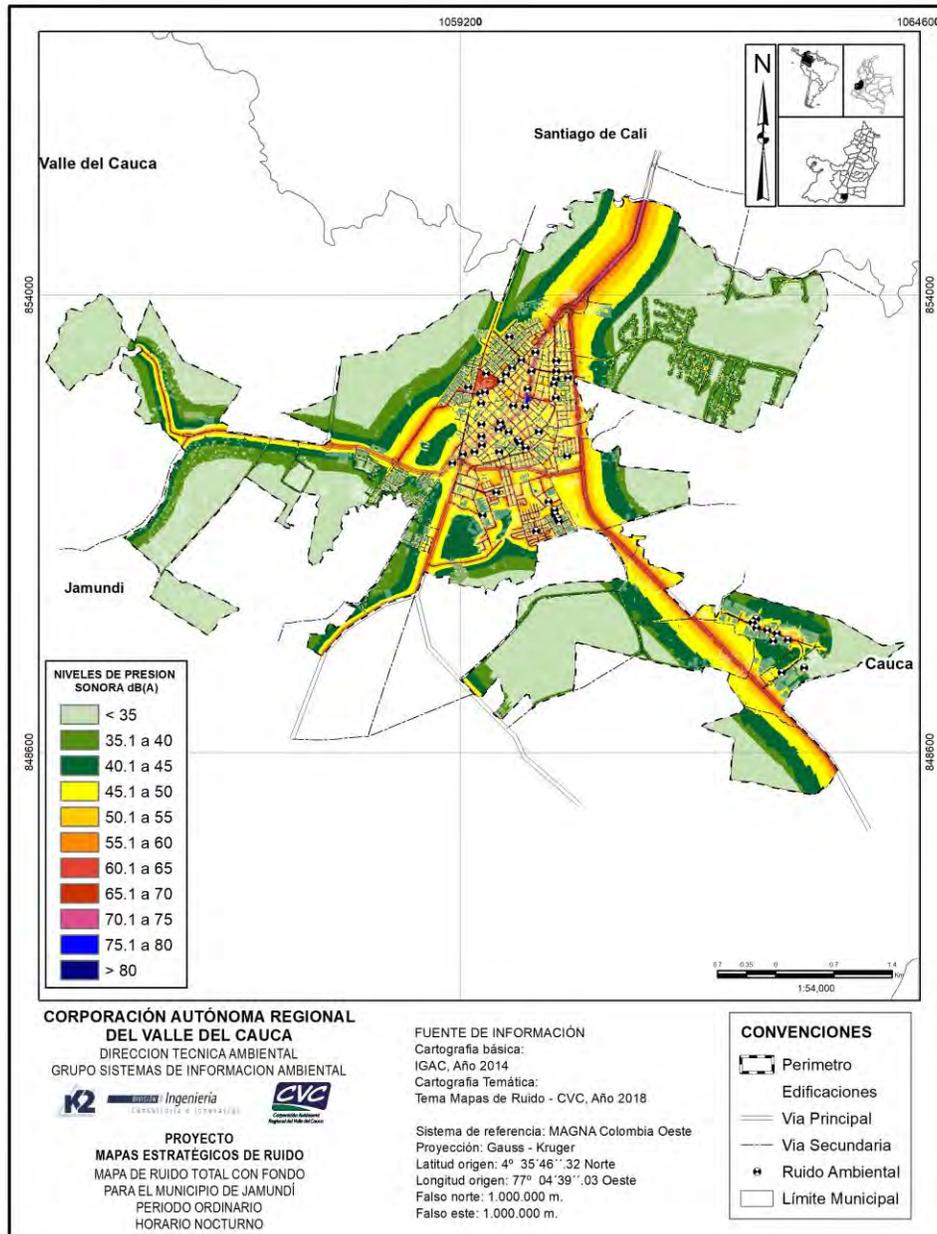


Ilustración 73. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna  
Fuente. Propia (estudio actual)

8.1.2 MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL

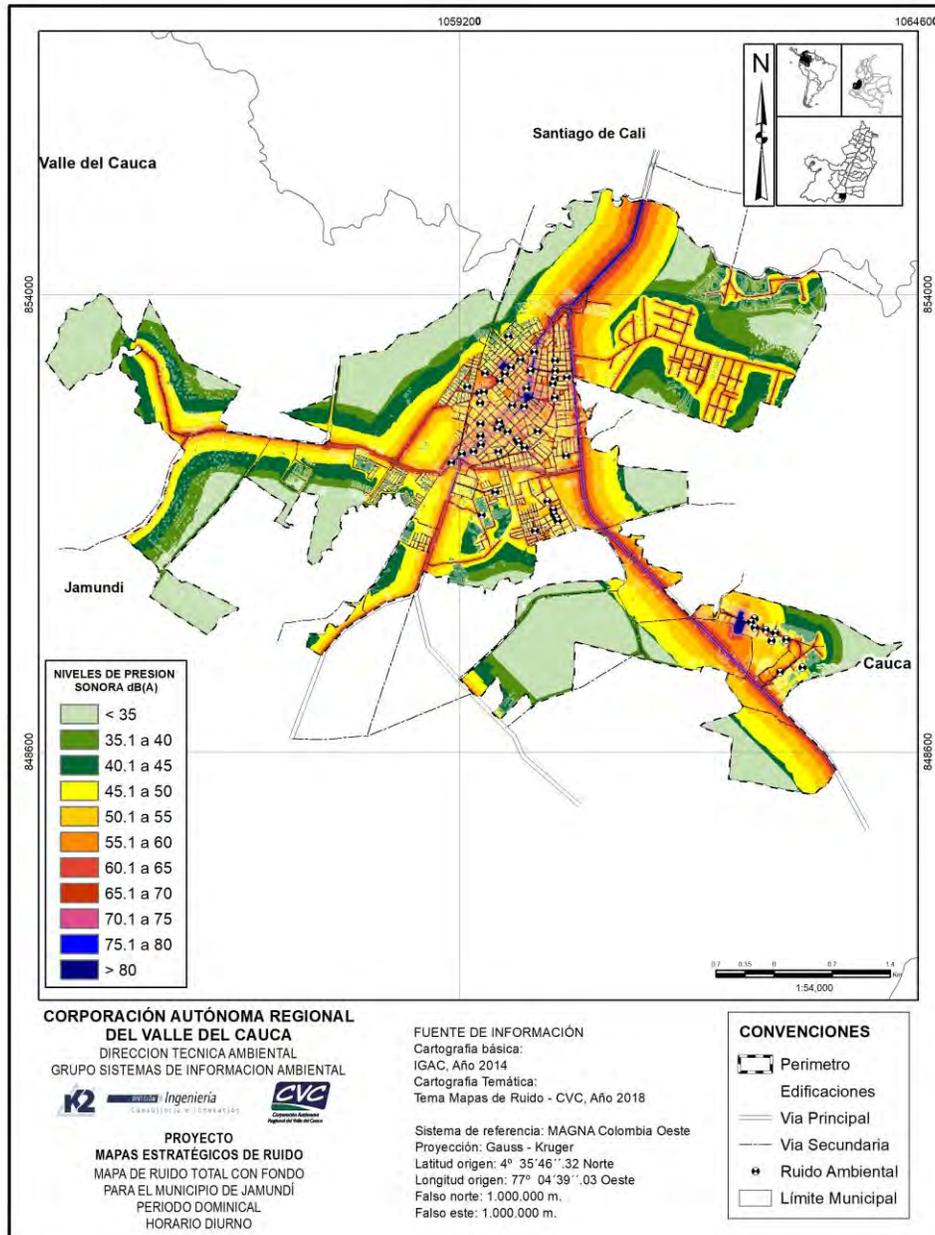


Ilustración 74. Nivel LRAeq Dominical/Diurna  
Fuente. Propia (estudio actual)

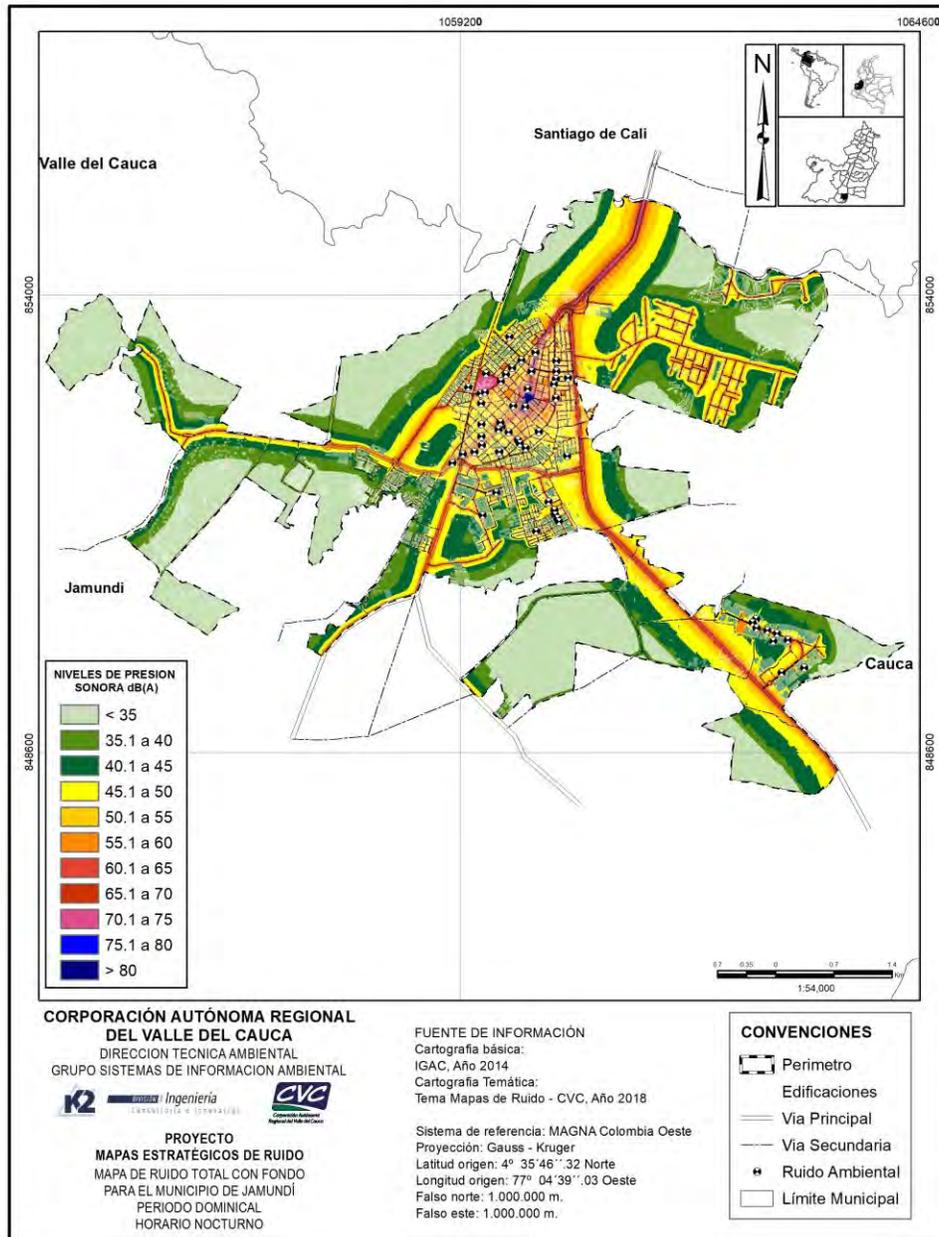


Ilustración 75. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna  
Fuente. Propia (estudio actual)

## 8.2 NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE

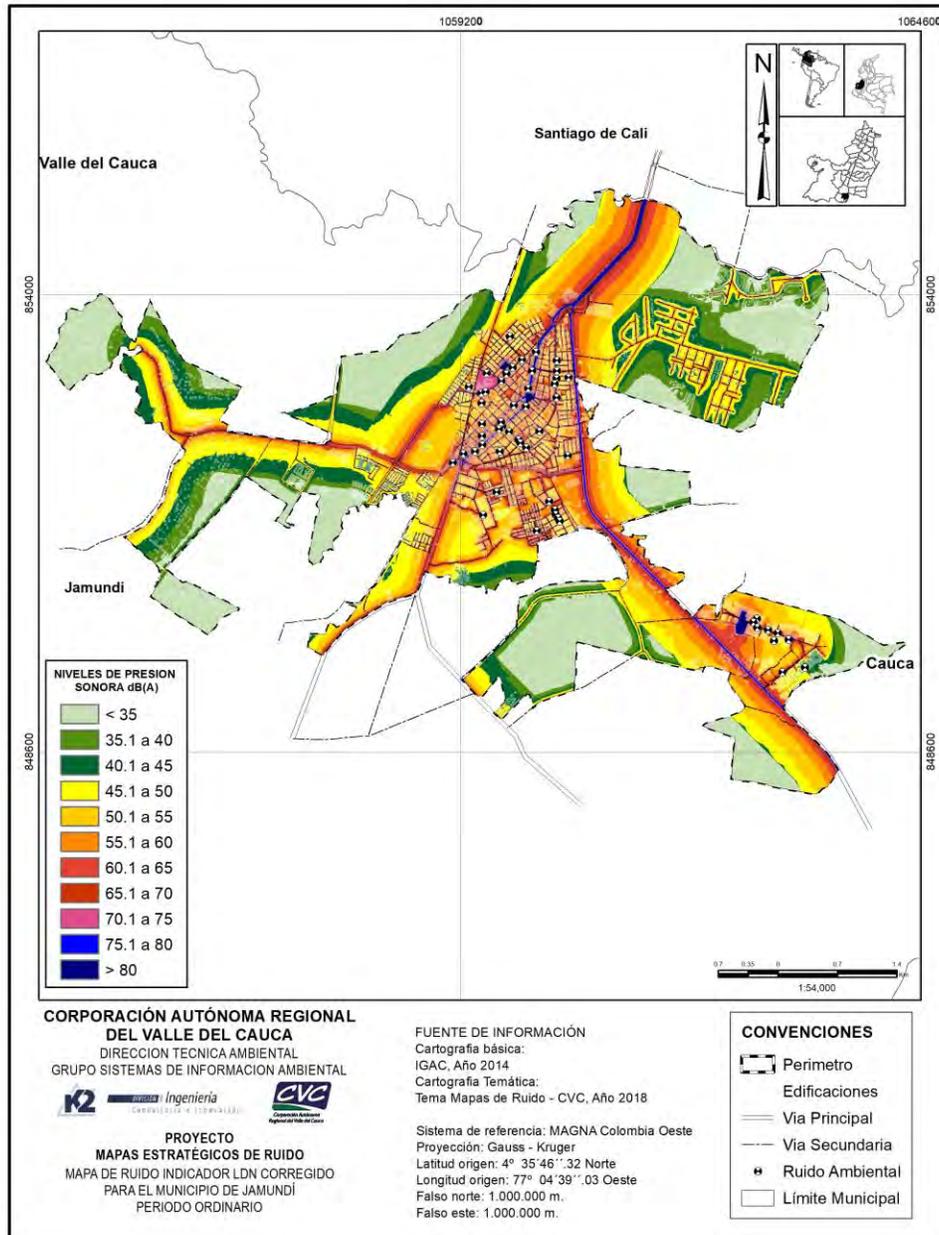


Ilustración 76. Nivel LDN Ordinario  
Fuente. Propia (estudio actual)

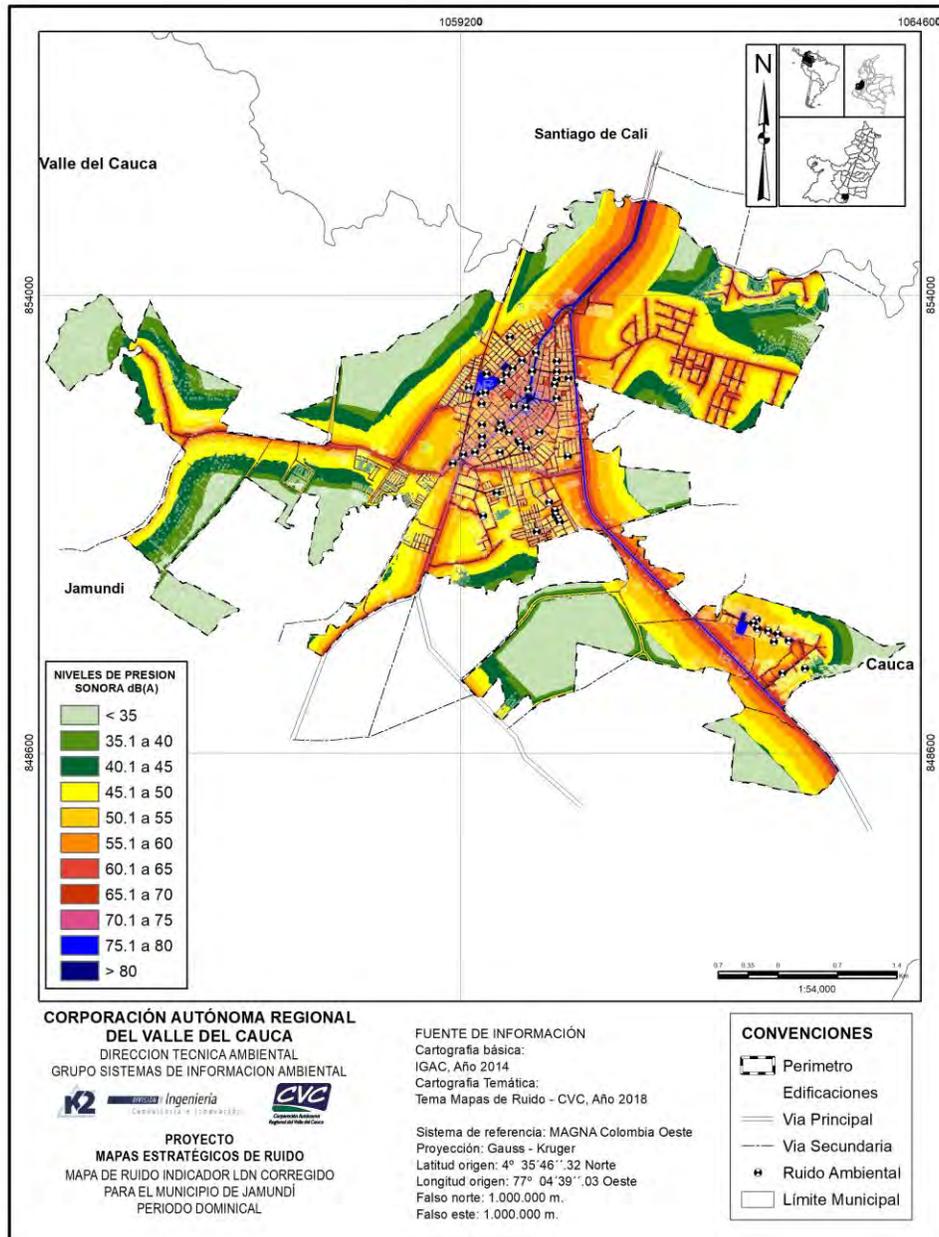


Ilustración 77. Nivel LDN Dominical  
Fuente. Propia (estudio actual)

### 8.3 CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR

#### 8.3.1 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA

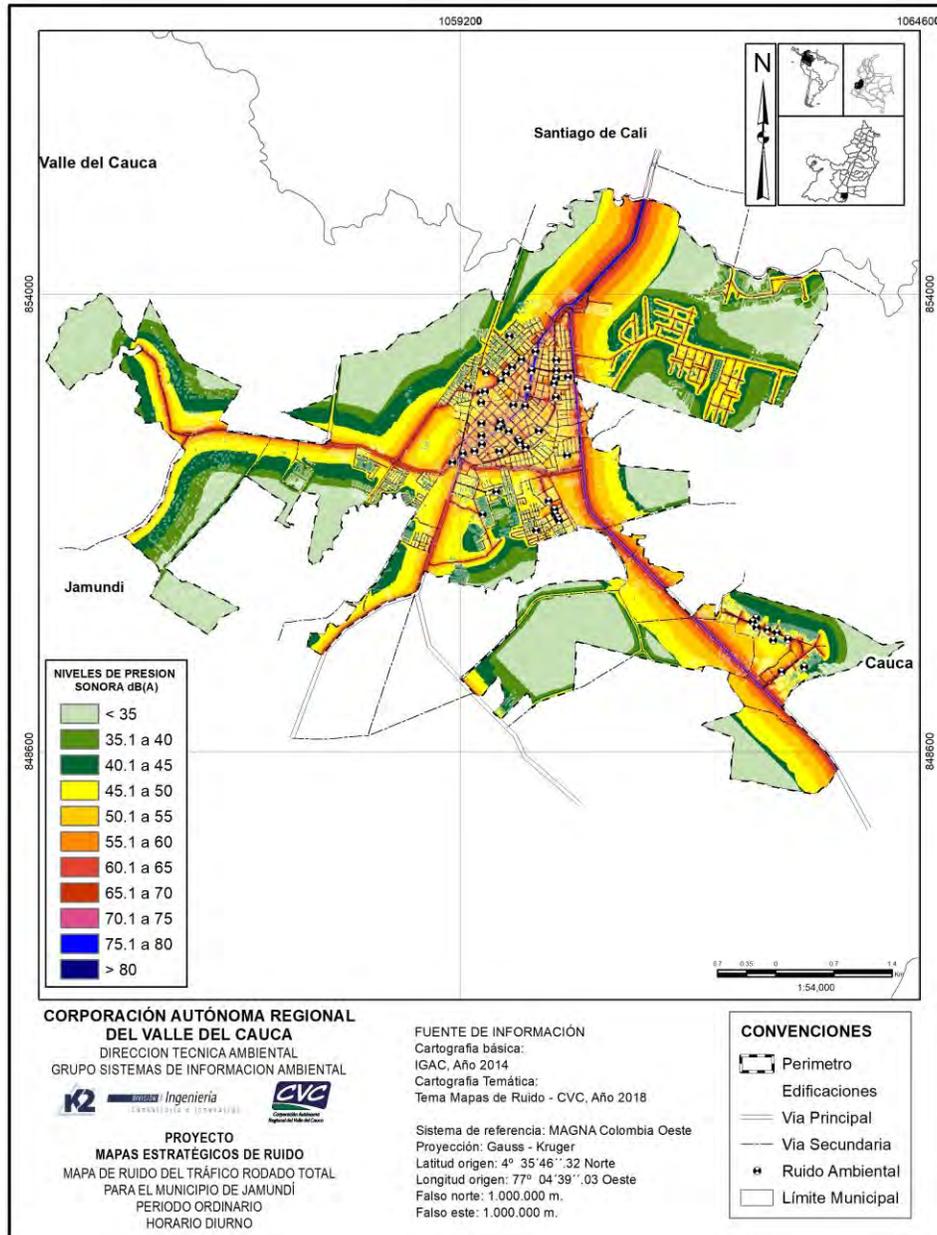


Ilustración 78. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno  
Fuente. Propia (estudio actual)

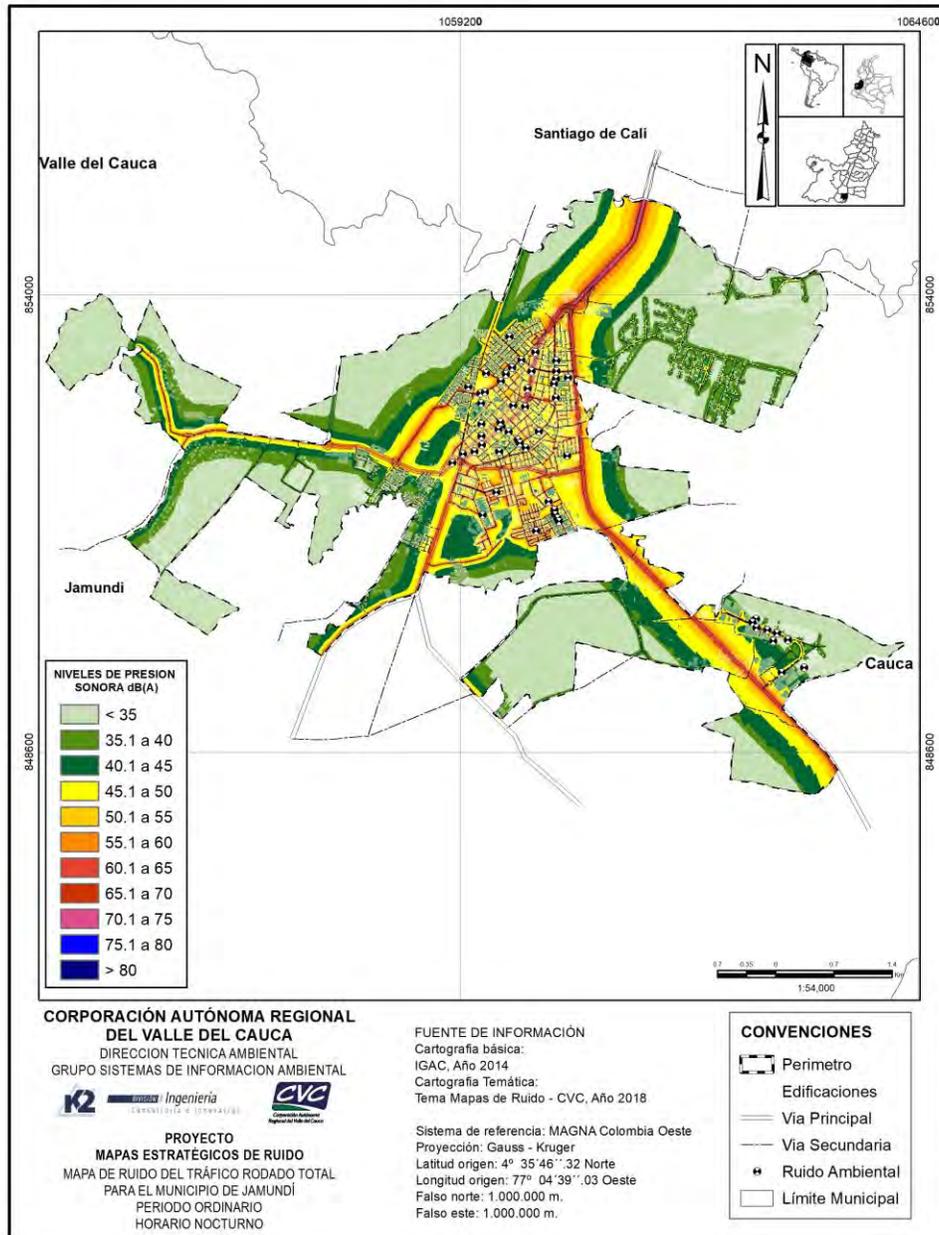


Ilustración 79. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno  
Fuente. Propia (estudio actual)

### 8.3.2 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL

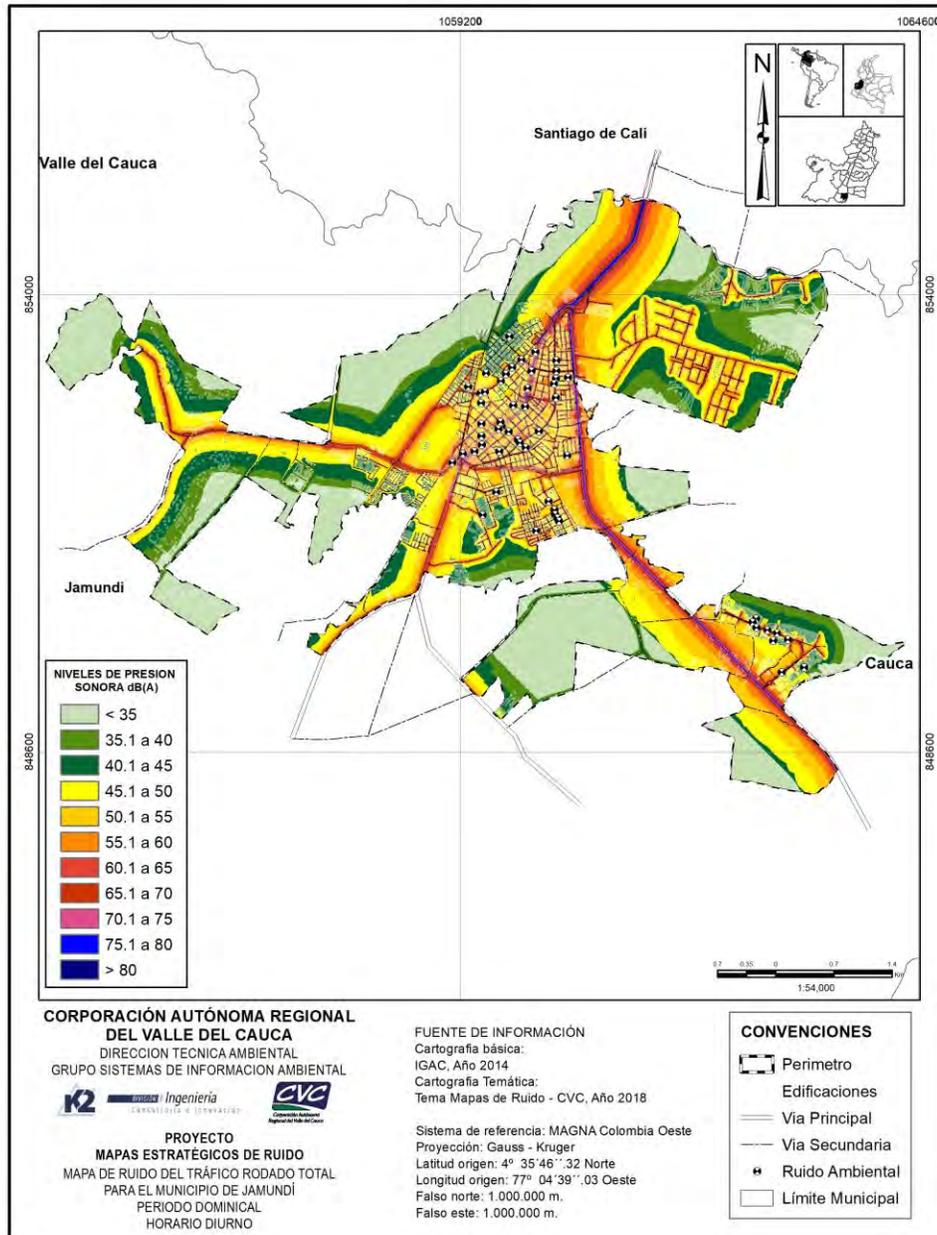


Ilustración 80. Nivel de tráfico Dominical/Diurno  
Fuente. Propia (estudio actual)

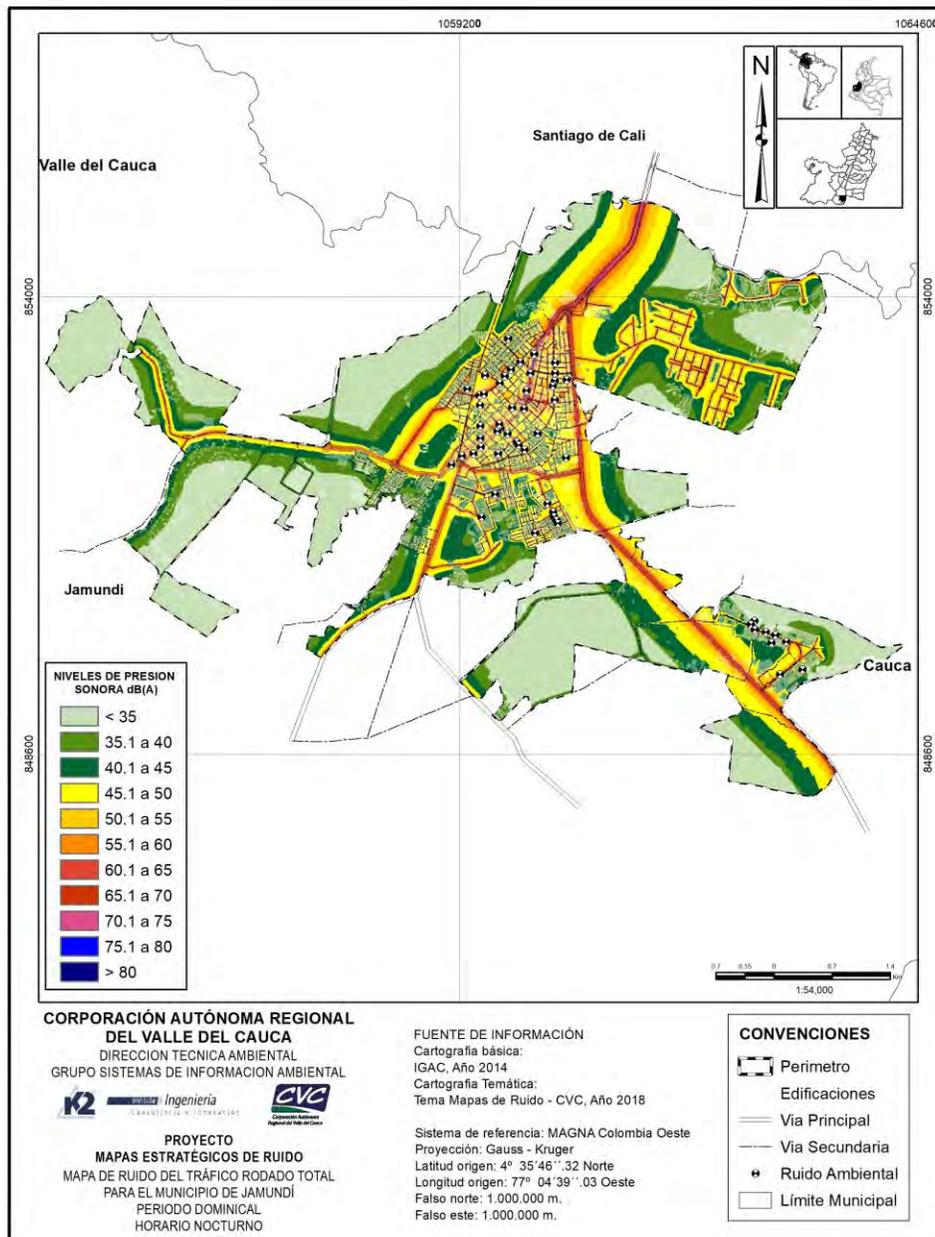


Ilustración 81. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno  
Fuente. Propia (estudio actual)

## 8.4 CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS

### 8.4.1 APORTES FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIO

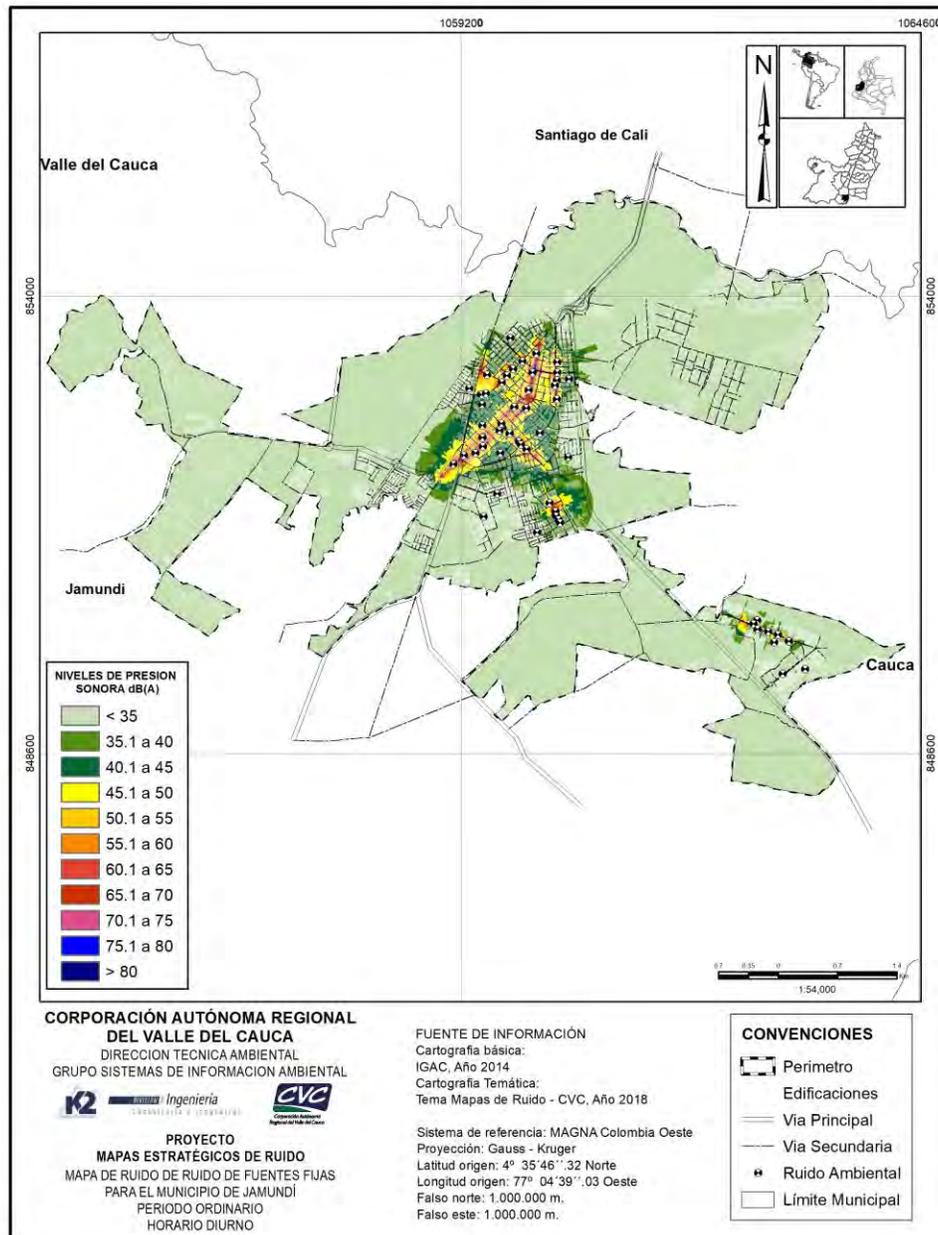


Ilustración 82. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

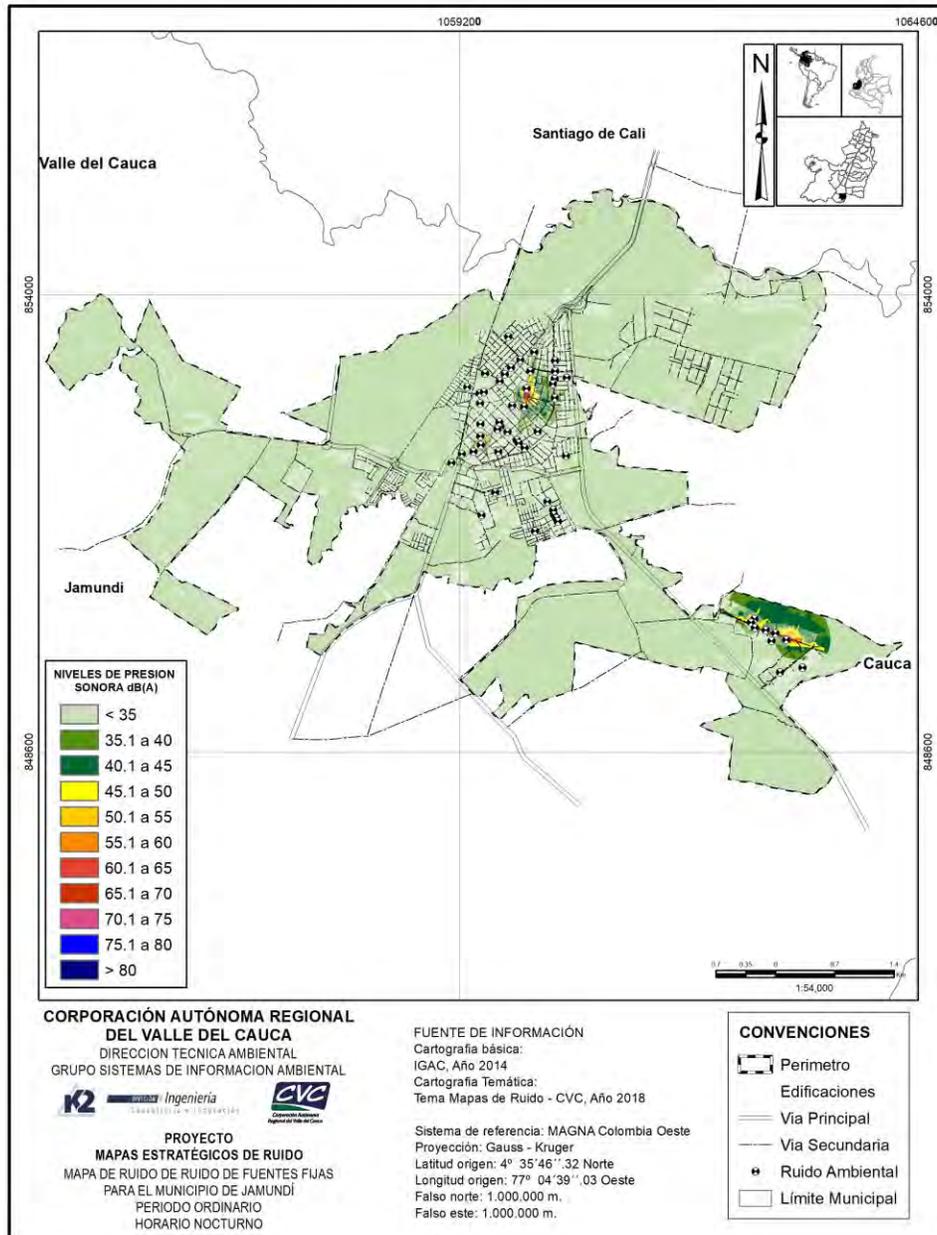


Ilustración 83. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno  
*Fuente. Propia (estudio actual)*

### 8.4.2 APORTES FUENTES FIJAS JORNADA DOMINICAL

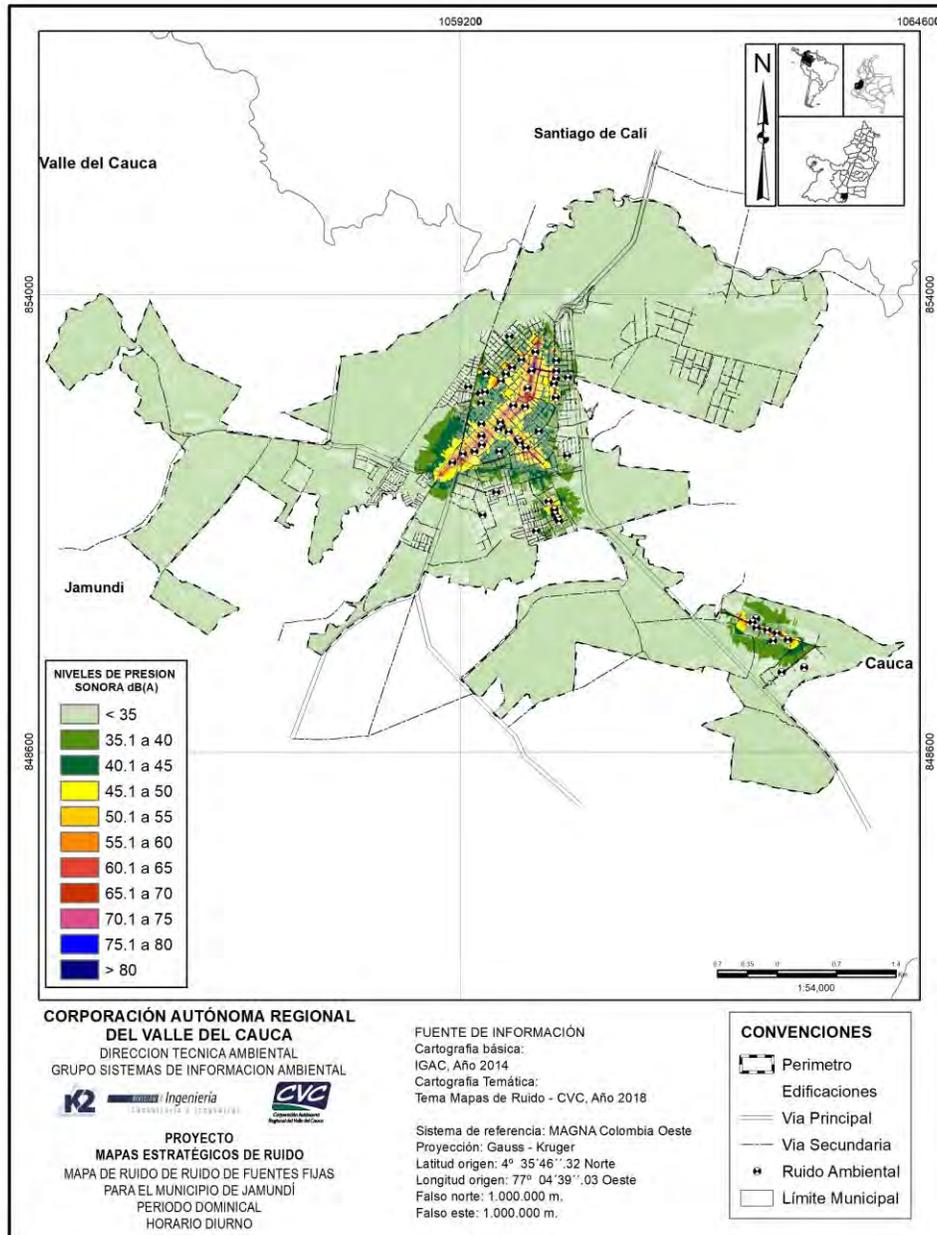


Ilustración 84. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno  
Fuente. Propia (estudio actual)

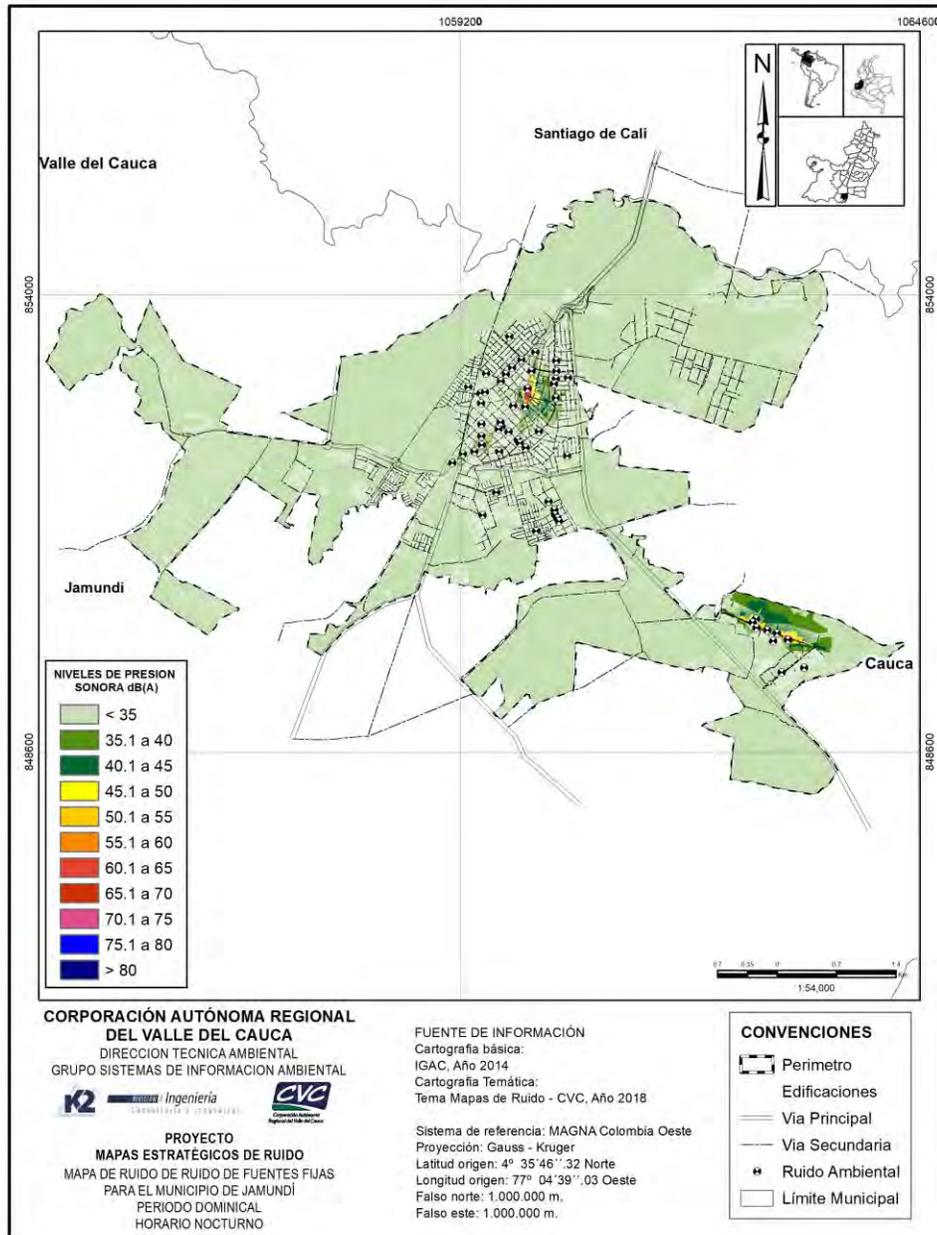


Ilustración 85. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno  
Fuente. Propia (estudio actual)

## 9 LÍNEA BASE PARA EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El plan de descontaminación de ruido ambiental es una herramienta de gestión que busca mitigar la contaminación acústica originada por los altos niveles de ruido generados por el sector industrial, que comprende el subsector de comercio y servicios. Todas las herramientas de acción que son sugeridas en un plan de descontaminación solo podrán dar resultados positivos si la autoridad ambiental y diferentes entes públicos y privados realizan un trabajo mancomunado que vaya en pro de disminuir los niveles de ruido que afectan a la población expuesta al ruido. Cabe anotar que es menester de la comunidad de JAMUNDÍ, tomar conciencia de la problemática del ruido como elemento generador de contaminación y afectación de su calidad de vida.

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en los monitoreos realizados como en los mapas estratégicos obtenidos se pueden clasificar las zonas de especial atención para iniciar con las acciones de un plan de descontaminación, dichas acciones se pueden consultar en el documento anexo “PROPUESTAS PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN SONORA” el cual hace parte integral del proyecto bajo el cual se actualizaron los mapas de ruido de la población de Jamundí.

Así mismo con la elaboración de los mapas estratégicos de ruido, se pudo identificar que el tráfico rodado es la principal fuente generadora de ruido en el municipio de Jamundí, por tal motivo si se quiere reducir el impacto de contaminación de ruido por tráfico vehicular, las medidas ingenieriles pueden ir desde el empleo de pantallas acústicas, semicubiertas a lo largo del tramo de las vías de alta densidad de tráfico, hasta mecanismos que aborden la reducción de la propagación del ruido. A continuación, se esbozan algunas de las medidas que se podrían emplear para afrontar esta problemática (debe tenerse a consideración que, dependiendo la geografía, la organización y la población, algunas pueden resultar más ventajosas que otras):

- Concienciar a los habitantes de la necesidad de lograr un municipio silencioso, por medio de campañas de información (posters, folletos, audiovisuales, etc.), tal y como se ha realizado en distintas ciudades del país.
- Organizar el paso vehicular y los sentidos de las vías para concentrar el flujo vehicular en menores cantidades.
- Limitar la velocidad en sectores caracterizados con criticidad alta.
- Aumentar el distanciamiento entre la traza vehicular y los establecimientos residenciales. Se consiguen reducciones de 3 dB(A) a 6 dB (A) al duplicar la distancia a la fuente de ruido.
- Controlar y vigilar el paso de los vehículos más ruidosos en los sectores más restrictivos por la resolución 627/06.

- Evitar en las vías, los empedrados irregulares, baches, huecos, etc. El paso por este tipo de calzadas genera gran contenido de ruido impulsivo.
- Cuando sea necesario repavimentar o cuando se vislumbren futuras vías, contemplar materiales menos ruidosos ante la fricción. Utilizar pavimentos más porosos permite reducir la emisión causada por las reflexiones del sonido en la calzada, y los pavimentos drenantes absorbentes, también ofrecen reducción para el considerado ruido de los motores, característico de los núcleos urbanos.
- Controlar y vigilar las motocicletas que circulen con escapes o en mal estado, ya que los problemas de ventilación en este tipo de vehículos, generan ruidos más molestos y con un aporte contaminante acústico bastante alto.

*(Espacio intencionalmente en Blanco)*

## 10 CONCLUSIONES

Por medio del análisis de los resultados se determinó el estado de los niveles de presión sonora respecto a los límites permisibles según la Resolución 627 de 2006. Las mediciones de ruido se realizaron durante los meses de Mayo y Julio, en las áreas de mayor influencia del municipio de Jamundí, Valle del Cauca. Para comparar los resultados obtenidos con la norma de la Resolución 627 de 2006 del antiguo MAVDT actual MADS, se consideraron como sectores representativos del suelo: Sector B. tranquilidad y ruido y Sector C. Ruido intermedio restringido.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los promedios totales resultantes de las mediciones, se resume lo siguiente:

Para los puntos clasificados como sector B, considerando el valor asociado a la incertidumbre de medición, se tiene para el periodo ordinario diurno que tan solo hubo cumplimiento en los puntos 1 y 4 de la zona de especial atención 7; por otro lado para el periodo dominical diurno se presentó el mismo cumplimiento pero esta vez en los puntos ZEA5PA4 y ZEA7PA2 tuvieron niveles acordes a los establecidos como límites máximos para ruido ambiental que en este caso está dado por un límite máximo de 65 dBA.

Con respecto a los puntos clasificados como sector C. Ruido intermedio restringido, con relación al periodo ordinario diurno, se puede ver un mayor cumplimiento de la normativa de ruido, ya que seis puntos de medición como lo son los puntos 3, 4 y 5 de la zona de especial atención uno, la ZEA5PA4 y los puntos referentes a la zona de especial atención 4 y 5 registraron valores por debajo a los límites máximos, mientras que durante el periodo dominical diurno siete puntos presentan cumplimiento, como lo son los puntos 1, 3 y 5 de la zona de especial atención uno, los puntos 1 y 4 de la ZEA5 y por último los puntos 4 y 5 de la ZEA6, manifestando cumplimiento al registrar valores por debajo de los 70 dBA.

Considerando las jornadas ordinaria y dominical durante el periodo diurno y teniendo en cuenta los porcentajes de cumplimiento con relación a la resolución 0627 de 2006, se pueden ver comportamientos similares entre zonas de especial atención, en el que se tiene total incumplimiento de la norma en las zonas 2, 3 y 4 para ambas jornadas; también se puede ver que Las zonas de especial atención 1, 6 y 7 tienen un porcentaje de cumplimiento del 40 % durante la jornada ordinaria, siendo el más alto para la jornada ordinaria y el mismo durante la jornada dominical para la ZEA 6. Por otro lado, durante la jornada dominical las zonas de especial atención 1 y 5 comparten un porcentaje de cumplimiento del 60 %, siendo los más alto porcentajes de cumplimiento durante esta jornada. Por ultimo ZEA 5 registra un porcentaje de cumplimiento del 20 % para la jornada ordinaria, siendo el mismo porcentaje visto para ZEA 7 en la jornada dominical.

Entre jornadas de medición se tiene el comportamiento generalizado entre los distintos puntos de medición, en el que se registran valores superiores durante la jornada ordinaria diurna, mientras que durante la jornada nocturna sucede lo contrario, en el que se registran valores superiores para la jornada dominical.

Teniendo en cuenta los promedios logarítmicos en cada jornada de medición para los puntos referentes a zonas de tranquilidad, se tiene durante la jornada diurna ordinaria que ningún punto de medición registro niveles por debajo a los niveles de ruido con relación al límite establecido como máximo de 65 dBA, mientras que durante la jornada dominical se tiene cumplimiento de la zona ZTR1, en especial ZTR1PA1 que manifiesta los niveles más bajos de ruido, con un valor de 64.3. Se puede apreciar que las zonas ZTR3 y ZTR5 aumentan sus niveles sonoros durante la jornada dominical, mientras que ZTR1 disminuye sus niveles sonoros en 3.6 dBA durante la jornada dominical.

En términos generales se aprecia mayor homogeneidad entre jornadas de medición para la jornada ordinaria en las zonas de especial atención 2 y 7, en donde se tienen niveles similares entre el día y la noche entre sus puntos de monitoreo, en especial para ZEA2, la cual tiene una variación promedio entre periodos de 0.8 dBA. Por otro lado, para la jornada dominical sobresalen las zonas de especial atención 6 y 7, en especial ZEA7, la cual en promedio registro poca variación entre los niveles registrados entre periodos del día, con un valor de 0.26 dBA entre los puntos de medición.

Con relación a las mediciones realizadas en el periodo nocturno, se tiene tanto para la jornada ordinaria como dominical que se registraron niveles de presión sonora por encima a los límites establecidos en todos los puntos de monitoreo, siendo para la jornada ordinaria las zonas de especial atención 2 y 4 las más afectadas por ruido ambiental, obteniendo en promedio entre puntos de medición de cada zona unos valores de 73.7 dBA y de 70 dBA, mientras que para la jornada dominical se registran valores superiores de ruido durante la noche, en especial para las zonas de especial atención 3, 4 y 5, siendo la ZEA4 en promedio la más afectada por ruido, con un valor entre puntos de 85.6 dBA, en gran medida gracias a los puntos ZEA4PA3 y ZEA4PA4, los cuales registraron valores sobrepasados con relación a la norma. En general se registran incrementos para la jornada dominical en cinco de las siete zonas de especial atención en comparación con los datos durante la jornada ordinaria, en especial para ZEA4, el cual aumenta en promedio 15.6 dBA.

Con los resultados obtenidos de las mediciones se elaboraron mapas estratégicos de ruido las cuales demostraron que una de las fuentes sonoras predominantes de ruido en el municipio de Jamundí, es el tráfico rodado mixto que se moviliza tanto por las vías primarias como secundarias, en el que se pueden apreciar comúnmente unos niveles sonoros en vías primarias que alcanzan unos niveles de presión sonora de hasta 75 dBA, mientras que para vías secundarias se aprecian niveles de ruido que oscilan entre los 55 dBA y 65 dBA para la jornada ordinaria diurna. Ya para la jornada ordinaria nocturna disminuyen los niveles en vías principales con un nivel sonoro común de 65 dBA y de 55 dBA para vías secundarias; lo mismo se tiene para ambos periodos del día en jornada dominical.

Teniendo en cuenta las distintas fuentes sonoras identificadas al momento de cada medición, en términos generales se destacan en todas las zonas de especial atención fuentes de ruido como el tráfico rodado mixto, música proveniente de establecimientos comerciales, casas y perifoneo, actividades locales de personas como el paso peatonal, entretenimiento, ventas y uso de herramientas de construcción. Se tienen incrementos en el nivel sonoro en la mayor parte de puntos de monitoreo debido a fuentes sonoras impulsivas y tonales, los cuales tuvieron una percepción neta y fuerte, incrementando así los niveles sonoros en 3 dBA y 6 dBA en general.

En ese sentido, la CVC como autoridad ambiental, debe primar sus esfuerzos en la reducción de emisión de ruido producida por el tráfico vehicular en las vías aledañas a los sectores residenciales durante la jornada diurna, en donde se puedan aplicar campañas sobre la sensibilización en el tema de ruido a toda la comunidad del municipio (habitantes, propietarios de establecimientos comerciales, conductores, colegios, instituciones entre otros).

## 11 BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 627 de 2006. República de Colombia. Bogotá, 2006.
2. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, «UNE-ISO 1996-1:2005 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.,» CTN 74 - ACÚSTICA, 2005.
3. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, «UNE-ISO 1996-2:2009 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.,» CTN 74 - ACÚSTICA, 2009.
4. ISO 9613-1, «Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere,» 1993. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/17426.html>. [Último acceso: 18 septiembre 2017].
5. ISO 9613-2, «Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation,» 1996. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/20649.html>. [Último acceso: 18 septiembre 2017].
6. Grupo de Trabajo 1 del Comité Conjunto de Guías en Metrología JCGM/WG01 , «Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida,» Traducciones del Centro Español de Metrología, España, 2008.
7. R. Payne, «Uncertainties associated with the use of a sound level meter,» NPL Report DQL-AC 002, Teddington, Middlesex, UK, Abril 2004.
8. M. A. Prieto, «Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido ,» Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, MADRID, 2009.
9. European Commission Working Group, «Assessment of exposure to noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on,» Version 2, August 2007.
10. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, «LA OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA,» 2004. [En línea]. Available: [http://www.filo.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/climatologia/sitio/obs\\_met2004.pdf](http://www.filo.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/climatologia/sitio/obs_met2004.pdf). [Último acceso: 24 10 2017].

### **Fin del documento**

*Estos resultados son válidos únicamente para el presente muestreo (los parámetros medidos y analizados), estos resultados no pueden ser reproducidos parcialmente y/o totalmente sin la autorización por escrito de K2 Ingeniería S.A.S.*

*Esta versión del informe cumple con los requisitos de la propuesta técnica presentada al cliente y las posteriores observaciones recibidas dadas las diferentes revisiones realizadas antes de entregar la versión final.*

## ANEXO. FIRMA CONSULTORA

### DATOS BÁSICOS

- **Razón social**

K-2 INGENIERÍA S.A.S.

- **Dirección de la empresa**

Carrera 36 # 36-26 Barrio El Prado - Bucaramanga

- **Teléfono**

(57) 7 6352870

- **Correo Electrónico**

info@k2ingenieria.com

- **Actividad económica**

K2 Ingeniería es una empresa colombiana, constituida en 1998 en Bucaramanga, que integra la experiencia en las áreas de la ingeniería ambiental, civil y mecánica para ofrecer un amplio portafolio de servicios, consultoría y suministros.

- **Mercado Actual**

K2 Ingeniería es una empresa especializada en Servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores Estatal, CARS, Hidrocarburos, Minero, Industrial, Empresas de Servicios Públicos, Agrícola y Náutico, con cobertura geográfica histórica en Colombia, Ecuador, Perú y Panamá y potencial en Brasil.

### UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO

#### INGENIERÍA

##### Gerenciamiento Ambiental

- Administración y gestión especializada de proyectos ambientales
- Operación de sistemas de monitoreo ambiental

##### Consultoría en Calidad del aire

- Diseño e instalación de redes urbanas e industriales de monitoreo y seguimiento de calidad del aire
- Modelos de dispersión
- Inventarios de emisiones
- Manuales y protocolos técnicos
- Interventorías de redes y sistemas de vigilancia

##### Consultoría en Ruido

- Mapas digitales de ruido ambiental
- Diseño, instalación y operación de redes para medición de emisión de ruido en la industria y zonas urbanas

##### Consultoría en Hidrología y Calidad del agua

- Análisis hidrológico e hidrogeológico de cuencas
- Diseño e instalación de sistemas automáticos de información Hidrometeorológica-SAIH (Sistemas de alertas tempranas)
- Diseño e instalación de redes automáticas para monitoreo de calidad hídrica
- Asesorías e Interventoría en construcción de redes de calidad hídrica y sistemas de Alertas Tempranas (SAT)

### **Consultoría en Residuos**

- Residuos peligrosos
- Montajes de sistema de tratamiento

### **Forestales y Afines**

- Proyectos de aprovechamiento forestal
- Planes de salvamento y reubicación de especies
- Inventarios forestales
- Inventarios de fauna
- Programas de revegetación

## **TECNOLOGÍAS**

### **Sector Ambiental**

#### *Proyectos Hidrometeorológicos*

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables meteorológicas e hidrométricas (caudal y nivel), transmisión de datos en tiempo real y visualización a través de aplicativos webs para Sistema de alertas tempranas (SAT)
- Redes pluviométricas automáticas para sistemas de acueducto

#### *Proyectos de Calidad del agua*

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables de calidad hídrica

#### *Proyectos Aire*

- Redes de calidad del aire automáticas para medición de gases y partículas
- Redes de calidad del aire con muestreadores autónomos, manuales y pasivos
- Redes de material particulado para medición simultánea de PST, PM10, PM2.5 y PM1

#### *Proyectos Ruido*

- Redes de estaciones automáticas para la medición continua de ruido ambiental y emisión de ruido

### **Sector Agrícola**

- Redes agro-meteorológicas autónomas de precisión

### **Sector Minero, Petróleo y Gas**

- Soluciones integrales para proyectos mineros e hidrocarburos

### **Sector Náutico**

- Soluciones de comunicación náutica para aplicación civil y militar

## **MONITOREOS**

### **Calidad del aire**

- Monitoreo automático
- Monitoreo con muestreadores pasivos
- Monitoreo con muestreadores manuales y autónomos

### **Fuentes Fijas**

- Determinación de contaminantes por métodos EPA

### **Calidad del Agua**

- Toma de muestras y análisis de calidad del agua

### **Ruido**

- Monitoreo de ruido ambiental y emisión de ruido

## MISIÓN

K2 Ingeniería brinda a la sociedad servicios de calidad superior en el área de la ingeniería, con una rentabilidad coherente que permita a la empresa crecer, y de esta forma facilitar a nuestros empleados y accionistas la oportunidad de realizar sus objetivos y metas.

## MEGA 2020

En el año 2020 K2 Ingeniería habrá consolidado su modelo de negocios en las áreas de ingeniería en Colombia y tendrá presencia permanente en otros países de América Latina.

## PRINCIPIOS

- Buscamos superioridad en todo lo que emprendemos y vamos más allá de las expectativas.
- Trabajamos con pasión, sacrificio y abnegación.
- Nos esmeramos porque nuestra imagen y productos tengan una presentación impecable.
- Generamos e inspiramos confianza.
- Brindamos oportunidades individuales y recompensas basadas en el mérito.
- Estandarizamos nuestros procesos e innovamos de manera permanente.

