



MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES PARA ÁREAS DE
ACTIVIDAD RESIDENCIAL QUE SON RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA EN MANIZALES, CHINCHINÁ Y SUPÍA.

JHOANNA ECHEVERRI L.

MELBA L. AGUILAR A.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL
TERRITORIO (COHORTE X)
MANIZALES, CALDAS (COLOMBIA)

2021

MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES PARA ÁREAS DE
ACTIVIDAD RESIDENCIAL QUE SON RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA EN MANIZALES, CHINCHINÁ Y SUPÍA.

Autores

JHOANNA ECHEVERRI L.

MELBA L. AGUILAR A.

Directora de trabajo de grado:

MARÍA EUGENIA ARANGO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL
TERRITORIO (COHORTE X)
MANIZALES, CALDAS (COLOMBIA)

2021

RESUMEN

La identificación de medidas de intervención no estructurales, que condicionan al suelo urbanizable residencial receptor de contaminación acústica por ruido ambiental es abordada desde la evaluación de niveles de ruido en polígonos de estudio de Manizales, Chinchiná y Supía, identificando estándares máximos permisibles (dB) en el día y la noche, superponiendo esta información con la zonificación urbanística se obtienen los suelos netos urbanizables afectados por ruido ambiental en los cuales se identifica las medidas aplicables. A través de entrevistas semiestructuradas y grupo focal con actores y expertos y, analizando los contenidos de los POT de los municipios en estudio, se realiza la identificación inicial para luego clasificar a partir de revisión normativa y científica bajo criterios de reducción de ruido en dB y la posibilidad de establecimiento como norma urbanística.

El ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en los polígonos de estudio es generado por fuentes fijas y/o móviles, lo cual es concluyente respecto a la insuficiencia de las medidas de control establecidas en los POT que determinan retiros entre la industria y el uso residencial cuando el principal emisor es la vía en los casos de estudio. Las medidas deben responder a estudios acústicos de aplicación diferencial en suelos de uso residencial potenciales de ser condicionados desde el ordenamiento territorial.

Las medidas son clasificadas en 2 grupos: 1. Según la localización: Fuente, propagación o receptor, y 2. Según la finalidad: Monitoreo, control y evaluación del control. Las medidas de control se desagregan en categorías: Medidas de planificación urbanística, actuación administrativa e ingeniería acústica. Las medidas de planificación urbanística son las denominadas medidas de intervención no estructurales y en las cuales se centra la investigación.

La planificación territorial es el instrumento fundamental para gestionar el ruido ambiental en suelo urbanizable residencial receptor de contaminación acústica.

Palabras clave: Acústica, aislamiento acústico, áreas acústicas, contaminación acústica, control de ruido, emisión de ruido, gestión del ruido, inmisión, medidas de control

de ruido, medidas de mitigación, medidas de planificación urbanística, medidas no estructurales, normas urbanísticas, ordenamiento territorial, suelo urbanizable residencial, ruido ambiental, ruido urbano.

ABSTRAC

The identification of non-structural intervention measures that condition residential development land that receives noise pollution from environmental noise in Manizales, Chinchiná and Supía, is approached from the evaluation of environmental noise during the day and night. This information is contrasted with the urban zoning to delimit the potentially developable areas and then identify control measures applicable to each case. Exercises are carried out with intervening actors and experts through techniques such as interviews and a focus group. Also, the land use planning plans are analyzed, normative and scientific review is carried out that bases the subsequent classification.

Territorial planning is the fundamental instrument for managing environmental noise on residential development land that receives noise pollution.

Keywords: Acoustics, acoustic insulation, acoustic areas, noise pollution, noise control, noise emission, noise management, immission, noise control measures, mitigation measures, urban planning measures, non-structural measures, urban regulations, land use planning, residential development land, environmental noise, urban noise

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	19
2	ÁREA PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
2.1	ÁREA PROBLEMÁTICA	21
2.1.1	Social	22
2.1.2	Política	22
2.1.3	Técnico.....	22
2.1.4	Económica	23
3	CAUSAS Y EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	24
3.1	CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR RUIDO AMBIENTAL ...	25
3.1.1	Causa 1. Fuentes Emisoras: Estacionarias y Móviles.....	25
3.1.2	Causa 2. Uso Insuficiente de la Información de Calidad del Aire para el Ordenamiento Territorio.....	26
3.1.3	Causa 3. Falta de Medidas de Mitigación Efectivas sobre el Ruido Ambiental	28
3.2	EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	30
3.2.1	Efecto 1. Afectación a la Salud Humana	30
3.2.2	Efecto 2 y 3. Disminución en el Valor de la Propiedad y Generación de Estados de Molestia por Convivencia (Alteración del Bienestar Social).....	33
4	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	35
4.1	CAUSAS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	39
4.1.1	Causa 1. Las Normas Urbanísticas Establecidas En Los POT Carecen De Soporte Técnico Para Orientar La Reducción De La Contaminación Acústica.....	39
4.1.2	Causa 2. Las medidas establecidas en los POT son insuficientes para regular el cumplimiento de normas nacionales de niveles máximos de ruido ambiental.....	40
4.2	EFECTOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	40
4.2.1	Efecto 1. Se Permite La Construcción De Viviendas En Zonas Con Contaminación Acústica, Sin Condiciones Para Reducir El Ruido Ambiental.....	40
4.2.2	Efecto 2. No Se Reduce El Ruido Ambiental Hasta Niveles Permitidos. ...	41
5	JUSTIFICACIÓN.....	43
5.1	RELACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CON EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN UAM.....	43
5.2	¿POR QUÉ EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROPONE LAS ÁREAS DE ESTUDIO LOCALIZADAS EN MANIZALES, CHINCHINÁ Y SUPÍA?.....	45
5.3	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
5.4	NOVEDAD DE LA INVESTIGACIÓN	50
5.4.1	Criterios De Desarrollo.....	50
5.5	CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	51
5.5.1	A La Solución Del Problema	51
5.5.2	A la Generación de Nuevo Conocimiento	52
6	OBJETIVOS.....	55

6.1	OBJETIVO GENERAL	55
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	55
7	REFERENTE TEÓRICO	56
7.1	EL ESTADO DE BIENESTAR	56
	VARIABLE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL.....	57
7.1.1	Concepto De Contaminación Por Ruido Ambiental.....	57
7.1.2	Concepto De Ruido Ambiental.....	59
7.2	VARIABLE SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL	72
7.2.1	Concepto De Suelo Residencial.....	73
7.2.2	Concepto de Suelo Urbanizable.....	74
7.3	VARIABLE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	77
7.3.1	Concepto de Medidas No Estructurales.....	77
8	SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN	82
9	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	84
10	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	85
10.1	MODELO.....	85
10.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	85
10.2.1	Diseño De Investigación No Experimental.....	85
10.2.2	Diseño Transeccional Descriptivo:	85
10.3	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	86
10.4	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN.....	90
10.4.1	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA EL OBJETIVO 1	90
10.4.2	Metodología, Técnicas E Instrumentos De Registro De Información Para El Objetivo 2.....	93
10.4.3	Metodología, Técnicas E Instrumentos De Registro De Información Para El Objetivo 3.....	96
11	RESULTADOS ESPERADOS	99
11.1	RESULTADOS	99
11.2	IMPACTOS.....	99
12	RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	102
12.1	ESTÁNDARES NORMATIVOS DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PARA RUIDO AMBIENTAL EN ZONAS RESIDENCIALES DE COLOMBIA.....	102
12.1.1	ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DÍA PARA EL SUBSECTOR ZONAS RESIDENCIALES.....	102
12.1.2	Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental Noche para el Subsector Zonas Residenciales	103
12.2	RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MANIZALES (SECTOR SAN MARCEL)	106
12.2.1	Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental	110
12.2.2	Zonificación De Suelo Urbanizable	115
12.2.3	Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica.....	117

12.3	RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MUNICIPIO DE CHINCHINÁ	133
12.3.1	Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental De Polígono En Chinchiná	136
12.3.2	Zonificación De Suelo Urbanizable De Polígono De Estudio En Chinchiná	141
12.3.3	Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica Del Polígono En Chinchiná	143
12.4	RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MUNICIPIO DE SUPÍA SECTOR LADRILLERAS	157
12.4.1	Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental De Polígono En Supía	160
12.4.2	Zonificación De Suelo Urbanizable De Polígono En Supía	165
12.4.3	Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica De Polígono En Supía	168
12.5	SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN	179
12.5.1	Síntesis De Resultados De La Evaluación De Contaminación Acústica Del Suelo Urbanizable De Los Polígonos De Estudio Ubicados En Los Municipios De Manizales, Chinchiná Y Supía.....	179
12.6	IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS MUNICIPIOS EN ESTUDIO	180
12.6.1	Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Pot De Manizales	180
12.6.2	Síntesis De Resultados Contenidos En El Pot De Manizales.....	181
12.6.3	Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica.....	182
12.6.5	Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Pbot De Chinchiná	184
12.6.6	Síntesis De Resultados Contenidos En El Pbot De Chinchiná.....	187
12.6.7	Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica.....	188
12.6.8	Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Eot De Supía	188
12.6.9	Síntesis De Resultados Contenidos En El EOT De Supía	191
12.6.10	Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica.....	193
12.7	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES ENUNCIADAS POR LOS ACTORES INVOLUCRADOS	193
12.7.1	Actores Priorizados	193
12.7.2	Entrevista y Categorización de Respuestas.....	194
12.8	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES REFERENCIADAS POR EXPERTOS	197
12.8.1	Resultados Del Ejercicio	199
12.9	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN CONTENIDOS NORMATIVOS	203

12.9.1	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN CONTENIDOS CIENTÍFICOS	211
12.10	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN IDENTIFICADAS EN CONTENIDOS CIENTÍFICOS CON ENFOQUE EN Diseño Urbano	216
12.11	FUNDAMENTOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS IDENTIFICADAS TANTO EN LOS DOCUMENTOS DE CONTENIDO NORMATIVO COMO EN LOS DOCUMENTOS DE CONTENIDO CIENTÍFICO.....	219
12.12	...CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES	221
12.12.1	Clasificación De Medidas Según La Localización	222
12.12.2	Clasificación De Medidas Según La Finalidad	227
13	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	259
13.1	EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR RUIDO AMBIENTAL PRIVILEGIANDO LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD.	259
13.1.1	Aplicación Diferencial de Medidas de Intervención No Estructurales en Suelo	265
13.1.2	Alcance de Medidas de Intervención No Estructurales en el Proceso de Reducción de la Contaminación Acústica Generada por Ruido Ambiental.....	268
13.1.3	Insuficiencia De Medidas No Estructurales Adoptadas En Los Planes De Ordenamiento Territorial Para Orientar La Reducción De Niveles De Contaminación Acústica.....	270
13.1.4	Polígono De Estudio Manizales	272
13.1.5	Polígono De Estudio Chinchiná	272
13.1.6	Polígono de Estudio Supía	273
13.1.7	Medidas de Intervención No Estructurales que Condicionan el Suelo Urbanizable Residencial Con Contaminación Acústica Generada por Ruido Ambiental	275
14	CONCLUSIONES.....	281
14.1	CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 1. EVALUAR EL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL DEL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	281
14.1.1	Evaluación Polígono Manizales	282
14.1.2	Evaluación Polígono Chinchiná.....	282
14.1.3	Evaluación Polígono Supía	283
14.1.4	Análisis Comparativo Municipios Manizales, Chinchiná y Supía.....	284
14.2	CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 2. IDENTIFICAR MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES, APLICABLES AL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, A PARTIR DE LA PERCEPCIÓN Y/O CONOCIMIENTO DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS CON EL RUIDO AMBIENTAL.....	285
14.3	CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 3. CLASIFICAR MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES, APLICABLES AL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR RUIDO AMBIENTAL, A PARTIR DE TEXTOS CIENTÍFICOS Y NORMATIVOS ...	287

14.4	CONCLUSIONES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	291
14.4.1	Polígonos De Estudio En Manizales Y Chinchiná.....	292
14.4.2	Polígono De Estudio En Supía.....	293
15	RECOMENDACIONES	297
15.1	DIFICULTADES METODOLÓGICAS.....	297
15.2	IDENTIFICACIÓN DE DIFICULTADES CONCEPTUALES.....	297
15.3	PROPUESTA DE NUEVOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.....	298
16	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	299
17	APÉNDICES	311

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Valores Críticos de Ruido Urbano	31
Tabla 2	Estándares Máximos Permisibles MADS	70
Tabla 3	Criterios de Selección.....	87
Tabla 4	Metodología, Técnicas e Instrumentos para el Objetivo 1	90
Tabla 5	Metodología, Técnicas e Instrumentos para el Objetivo 2.....	93
Tabla 6	Metodología, Técnicas e Instrumentos para el Objetivo 3	96
Tabla 7	Resultados Esperados de la Investigación.....	99
Tabla 8	Impactos Esperados de la Investigación.....	100
Tabla 9	Estándar Máximo Residencial de Ruido Ambiental Día.....	104
Tabla 10	Estándar Máximo Residencial de Ruido Ambiental Noche	106
Tabla 11	Criterios de Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno	119
Tabla 12	Criterios de Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno	122
Tabla 13	Áreas del Suelo Urbanizable con Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Manizales.....	123
Tabla 14	Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Localizada en Suelo Urbanizable Manizales	125
Tabla 15	Áreas del Suelo Urbanizable Con Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Manizales.....	128
Tabla 16	Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Localizada en Suelo Urbanizable Manizales	131

Tabla 17Áreas del Suelo Urbanizable con Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Chinchiná.....	145
Tabla 18Evaluación de la contaminación por ruido ambiental diurno localizada en suelo urbanizable Chinchiná	147
Tabla 19Áreas del Suelo Urbanizable con Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Chinchiná.....	152
Tabla 20Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Localizada en Suelo Urbanizable Chinchiná	155
Tabla 21Áreas del Suelo Urbanizable con Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Supía	169
Tabla 22Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Localizada en Suelo Urbanizable Supía.....	172
Tabla 23Áreas del Suelo Urbanizable con Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Supía	174
Tabla 24Evaluación de la Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Localizada en Suelo Urbanizable Supía	176
Tabla 25Síntesis de Resultados Evaluación de Contaminación Acústica en los 3 Municipios	179
Tabla 26Síntesis de Normas Urbanísticas de Uso y Edificabilidad Manizales	182
Tabla 27Síntesis de Medidas de Intervención para Áreas con Contaminación Acústica según POT	183
Tabla 28Síntesis de Normas Urbanísticas de Uso y Edificabilidad	187

Tabla 29 Síntesis de Medidas de Intervención para Áreas con Contaminación Acústica según PBOT.....	188
Tabla 30 Síntesis de Normas Urbanísticas de Uso y Edificabilidad	192
Tabla 31 Síntesis de Medidas de Intervención para Áreas con Contaminación Acústica según EOT	193
Tabla 32 Informantes y Resultados de la Entrevista	195
Tabla 33 Síntesis de Medidas de Intervención para Áreas con Contaminación Acústica según Actores	197
Tabla 34 Expertos Invitados Grupo Focal.....	198
Tabla 35 Medidas Identificadas.....	200
Tabla 36 Clasificación de Medidas No estructurales	201
Tabla 37 Fundamentos Teóricos para la Clasificación de Medidas de Intervención de Ruido Ambiental	220
Tabla 38 Desagregación de Medidas Según Clasificación OMS, 1999	231
Tabla 39 Desagregación de Medidas Según Clasificación Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M., 2018	232
Tabla 40 Medidas de Intervención No Estructurales.....	233
Tabla 41 Relación Aislamiento Acústico de Elementos Constructivos de Fachadas.....	253
Tabla 42 Medidas Medibles	257
Tabla 43 Estándar Máximo Residencial de Ruido Ambiental Día.....	260
Tabla 44 Criterios de Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno.....	262
Tabla 45 Estándar Máximo Residencial de Ruido Ambiental Noche	263

Tabla 46	Criterios de Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno	265
Tabla 47	Síntesis de Medidas No Estructurales y su Índice de Reducción	269
Tabla 48	Clasificación de Medidas de Intervención No Estructurales o de Planificación Urbanística.....	289
Tabla 49	Clasificación de Medidas de Intervención No Estructurales o de Planificación Urbanística Identificadas Para Cada Polígono de Estudio	294

LISTA FIGURAS

Figura 1 Causas y Efectos de la Contaminación Acústica	24
Figura 2 Causas y Efectos del Problema de Investigación	38
Figura 3 Ubicación de Puntos de monitoreo en Manizales (Sector San Marcel)	48
Figura 4 Ubicación de Puntos de monitoreo en Chinchiná (Sector Liofilizado).....	48
Figura 5 Ubicación de Puntos de Monitoreo en Supía (Sector Ladrilleras)	50
Figura 6 Estructura Legislativa sobre Ruido en la Comisión Europea.....	63
Figura 7 Normativa Colombiana sobre Ruido.....	65
Figura 8 Variables de Investigación	84
Figura 9 Polígono de Estudio Localizado en Manizales sector San Marcel	87
Figura 10 Polígono de Estudio en Chinchiná Sector Liofilizado	88
Figura 11 Polígono en Estudio en Supía Sector Ladrilleras	88
Figura 12 Índice de Reducción	98
Figura 13 Plano PM-03 Delimitación Polígono San Marcel en Manizales.....	107
Figura 14 Plano PM-04 Usos del Suelo Manizales	109
Figura 15 Localización de Estaciones de Monitoreo de Ruido en Manizales.....	110
Figura 16 Estaciones de Monitoreo Consideradas como Receptores Simuladas en el Software SoundPlan en Alturas	112
Figura 17 PM-01 Ruido Diurno Manizales	113
Figura 18 PM-02 Ruido Nocturno Manizales	114
Figura 19 PM-05 Afectaciones y Restricciones Urbanísticas Manizales.....	116
Figura 20 PM-06 Suelo Urbanizable Manizales.....	117

Figura 21PM-07 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Manizales.....	124
Figura 22PM-09 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental	126
Figura 23PM-08 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno Manizales.....	129
Figura 24PM-10 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno	132
Figura 25Plano PC-03 Delimitación Polígono de Estudio en Chinchiná.....	134
Figura 26Plano PC-04 Usos del Suelo Chinchiná.....	135
Figura 27Localización de Estaciones de Monitoreo de Ruido en Chinchiná.....	136
Figura 28Estaciones de Monitoreo Consideradas como Receptores Simuladas en el Software.....	138
Figura 29PC-01 Ruido Diurno Chinchiná.....	139
Figura 30PC-02 Ruido Nocturno Chinchiná	140
Figura 31PC-05 Afectaciones y Restricciones Urbanísticas Chinchiná.....	142
Figura 32PC-06 suelo Urbanizable Chinchiná	143
Figura 33PC-07 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Chinchiná.....	146
Figura 34PC-09 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno en Chinchiná.....	150
Figura 35PC-08 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno en Chinchiná.....	153

Figura 36PC-10 Evaluación de zonas receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno en Chinchiná.....	156
Figura 37PS-03 Delimitación Polígono en Supía.....	158
Figura 38PS-04 Usos del Suelo Supía.....	159
Figura 39Localización de Estaciones de Monitoreo de Ruido en Supía	160
Figura 40Estaciones de Monitoreo Consideradas como Receptores Simuladas en el Software SoundPlan en Alturas	162
Figura 41PS-01 Ruido Diurno Supía.....	163
Figura 42PS-02 Ruido Nocturno Supía	164
Figura 43PS-05 Afectaciones y Restricciones Urbanísticas Supía	166
Figura 44PS-06 Suelo Urbanizable Supía	167
Figura 45PS-07 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno Supía	170
Figura 46PS-09 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno en Supía	173
Figura 47PS-08 Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno en Supía.....	177
Figura 48PS-10 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Nocturno en Supía	178
Figura 49Clasificación de Medidas	222
Figura 50Soluciones a la Problemática del Ruido Vehicular	227
Figura 51Clasificación de Medidas de Control del Ruido	228
Figura 52Medidas de Intervención No Estructurales	233

Figura 53Ejemplo de Orientación de Localización Usos del Suelo	244
Figura 54Ejemplo de Distancia entre Emisor y Receptor	248
Figura 55Ejemplo de Zona de Amortiguamiento	249
Figura 56Ejemplo de Emplazamiento del Receptor	252
Figura 57Ejemplo de Diseño de Fachadas	256
Figura 58Medidas de Intervención No Estructurales o Medidas de Planificación Urbanística	288

1 PRESENTACIÓN

La contaminación acústica es una problemática ambiental de la sociedad moderna urbana que causa efectos negativos en la salud, a escala mundial. La planificación de las ciudades ha venido incluyendo soluciones innovadoras para mejorar las condiciones de vida de las personas, sin embargo, se ha dejado de lado la gestión del ruido, sin priorizar desde el ordenamiento territorial sus impactos, reducción, mitigación y gestión.

En este contexto, el concepto de ruido es necesario entenderlo como fenómeno físico conductor de energía, y como la sensación auditiva desagradable que contamina el ambiente natural. Por lo tanto, cuando a partir de este concepto se evalúan las normas urbanísticas de uso del suelo contenidas en los planes de ordenamiento territorial de los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía, se concluye que son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en el suelo urbanizable y de uso residencial, que es receptor de contaminación acústica.

La investigación propone al ordenamiento territorial y urbanístico como estrategia para gestionar las problemáticas producidas por la colindancia de actividades contaminantes, como la actividad industrial o el tráfico vehicular con aquellas que requieren tranquilidad como las actividades residenciales.

Identificar medidas de intervención no estructurales, que condicionen al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental en los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía, es el objetivo principal de la investigación y para lograrlo se propone:

La evaluación del nivel de ruido ambiental del suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en las áreas de estudio. La metodología aplicable será la identificación de estándares normativos de ruido ambiental, la zonificación de los niveles de ruido con representación gráfica de isófonas y del suelo urbanizable en las áreas de estudio para la posterior evaluación de las zonas receptoras de contaminación acústica mediante análisis espaciales.

A partir de la percepción y/o conocimiento de los actores involucrados, se identificarán medidas de intervención no estructurales, aplicables al suelo urbanizable

residencial que es receptor de contaminación acústica. Se aplicarán los instrumentos mapa de actores clave, entrevista semiestructurada y grupo focal, teniendo como fundamento que el actor y sus relaciones sociales afectan las actividades y el desarrollo de los territorios.

Se clasificarán medidas de intervención no estructurales, aplicables al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental, a partir de su identificación en textos científicos y normativos.

Los resultados de la investigación tendrán aplicabilidad en los ámbitos social, ambiental y político. En el ámbito social se pretende impactar positivamente la calidad de vida de la población que habitará en suelos urbanizables receptores de contaminación acústica y en los ámbitos ambiental y político, se pretende cualificar el estudio de los polígonos en relación con la contaminación acústica, para que con base en ello, los tomadores de decisiones en el ordenamiento territorial y ambiental, establezcan medidas de planificación que orienten la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en los suelos urbanizables residenciales.

2 ÁREA PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 ÁREA PROBLEMÁTICA

La contaminación por ruido constituye una problemática ambiental y aunque existe consenso entre los países y las organizaciones de salud respecto a que 55 dB(A) es un estándar máximo para prevenir daños al oído en exteriores cuando el tiempo de exposición es prolongado, las normas en Colombia son laxas respecto a este límite y permiten niveles de ruido ambiental superiores, lo anterior es posible evidenciarlo en la Resolución 627 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible en donde se dispone para el sector C. Ruido Intermedio Restringido, que se permiten niveles de ruido de 75dB(A) en zonas con usos industriales y de 80dB(A) en zonas con parques mecánicos, zonas destinadas a espectáculos públicos al aire libre y en vías de alta circulación vehicular como vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales.

El ruido se define como una combinación de sonidos que produce una sensación desagradable, molesta e indeseable y que puede ocasionar daños en la salud de las personas que están expuestas a él (OMS, 1999). También es considerado como un contaminante desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano desarrollada en Estocolmo (Suecia) en 1972.

(...)

Sobre la base de la protección de la salud del 96 % de la población, la USEPA (1974) definió el nivel de 55 dBA como referencia para prevenir daños auditivos en ambientes exteriores, pro la legislación de muchos países admite niveles por encima de este parámetro. Lo mismo ocurre en Colombia, cuyos límites para el horario diurno son 65,70 y 75 dBA para zonas residenciales, comerciales e industriales (respectivamente). (Ramírez González y Domínguez Calle, 2015, p.18)

En este contexto general de la contaminación acústica, también se reconocen como problemáticas asociadas: la demanda de confort acústico en la vivienda, el sobre costo en las edificaciones para su acondicionamiento, la falta de regulación y la insuficiencia técnica de los estudios para mejorar el desarrollo tecnológico de materiales. Estas fueron

identificadas por Álvarez Santos (2013), cuando hace la reflexión del panorama de la acústica en Europa en 2013, y la consolida en cuatro categorías: social, política, técnica y económica.

2.1.1 Social

La Unión Europea (UE) considera al ruido como uno de los principales problemas medioambientales que sufre Europa y a partir de este reconocimiento la sensibilización de la importancia de la protección frente al ruido.

La sociedad demanda confort razón por la cual las viviendas acondicionadas para el aislamiento acústico son catalogadas como lujosas.

Las personas reclaman el aislamiento acústico a pesar de no estar dispuestos a pagar un sobre costo por dicho beneficio y por el contrario es exigido como derecho y característica intrínseca de la vivienda.

2.1.2 Política

Falta de armonización en las disposiciones normativas frente al ruido.

Dificultades de cooperación entre países.

Necesidad de una puesta en común de criterios para abordar objetivos generales aplicables no sólo en Europa sino también en otros países, en lo referente a la clasificación de edificaciones y medidas de aislamiento acústico por ruido aéreo de impacto y por tráfico principalmente.

Ligera disminución del ruido de tráfico en las ciudades, pues los gobiernos, aunque levemente, están comenzando a tomar medidas, (utilización de estaciones de medición en las ciudades, distribución del tráfico rodado alejándolo de las zonas residenciales y cascos de las ciudades, actuaciones en orden de encapsular las fuentes de ruido, utilización de barreras acústica en perímetro de accesos a las ciudades, la industria está introduciendo en el mercado vehículos eléctricos con menor incidencia acústica, etc...).

2.1.3 Técnico

Problemática en cuanto a la caracterización de elementos constructivos aislantes del ruido producido por diversas fuentes.

Gestión del conocimiento y avances en desarrollo tecnológico.

2.1.4 Económica

Resistencias por parte de gobiernos e instituciones, a abordar modificaciones y nuevas exigencias legales previendo consecuencias económicas.

Elevados costes de abordar el aislamiento acústico no sólo en nuevas edificaciones sino también en preexites. (Álvarez Santos, 2013, p.13)

Esta introducción al problema de la contaminación acústica nos lleva a tratar de entenderla desde el análisis de causas y efectos asociadas a la población y al territorio, tal y como se presenta a continuación en la Figura 1:

3 CAUSAS Y EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

FIGURA 1 CAUSAS Y EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA



Fuente. Elaboración propia

3.1 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR RUIDO AMBIENTAL

3.1.1 Causa 1. Fuentes Emisoras: Estacionarias y Móviles

Caracterizar adecuadamente el problema de la contaminación acústica por ruido ambiental implica conocer las causas que han sido identificadas en diferentes investigaciones. Entre las causas o fuentes de emisión de ruido, se encuentran las fuentes móviles como el tráfico vehicular y las fuentes fijas asociadas al uso del suelo como son los usos industriales y usos comerciales y de servicio.

La contaminación acústica constituye uno de los principales problemas ambientales en las zonas urbanas alrededor del mundo y es causada por la exposición a altos niveles de ruido, los cuales son generados por dos tipos de fuentes: fuentes estacionarias o fijas y fuentes móviles. Las fuentes estacionarias o fijas agrupan el ruido asociado a infraestructuras industriales y de recreación, así como a actividades comerciales, entre otras. Mientras que las fuentes móviles se asocian al transporte, a saber: como los vehículos automotores, aviones, ferrocarriles, etc. En las ciudades el tráfico vehicular es una de las fuentes que más aporta en la generación de ruido. (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p. 184)

Con respecto a la contaminación acústica los estudios marcan dos aspectos centrales: (1) El tráfico vehicular es una de las fuentes más significativas en generación del ruido y por lo tanto se exceden los límites permitidos en la legislación. (2)

La carencia de vigilancia y control de las emisiones de ruido por parte de las autoridades ambientales. El primer aspecto es expuesto en el estudio de Ortega y Cardona

(2005) quienes reportan altos niveles de molestia en las personas habitantes de zonas residenciales a causa de la exposición a los altos niveles de ruido generados, principalmente, por el tráfico vehicular y el pregoneo (...) esto evidencia la gran influencia del tráfico vehicular en la generación de ruido y el causante en mayor medida de los excesos en los decibeles permitidos en la legislación. (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, pp. 190-191)

Al respecto, estudios realizados en Bogotá coinciden con los resultados antes referenciados de Medellín, donde se concluye que es una fuente significativa de ruido ambiental el desplazamiento de vehículos en vías principales y que en los casos estudiados se supera en la emisión de ruido la norma nacional y también se afirma por Luna y Luna (2018) que: “Estas observaciones permiten correlacionar la presencia de actividad de vehículos con altos niveles de ruido, incluso con mayor impacto que el área industrial en este caso”. (p.142)

El efecto de la contaminación acústica en diferentes lugares en todo el mundo depende profundamente de varias variables: nivel de desarrollo, población total y densidad de población, tipo de actividades involucradas, cultura, hábitos locales, ubicación geográfica, uso del suelo, etc. El factor descrito arriba hace necesario caracterizar cuidadosamente el sitio y la situación bajo el estudio (Barrigón Morillas et al., 2002; Fiedler y Zannin, 2015; Silva y Mendes, 2012). (Luna y Luna, 2018, p.138)

3.1.2 Causa 2. Uso Insuficiente de la Información de Calidad del Aire para el Ordenamiento Territorio

En el Informe de estado de la calidad del aire en Colombia 2007-2010 realizado por el IDEAM, se evidencia la insuficiencia en el uso de la información de calidad del aire para la generación de normatividad local cuando se afirma que solo el 11% de las autoridades ambientales la aplican para estos fines.

En cuanto al uso que le dan las Autoridades Ambientales a la información obtenida de los SVCA, el 100% de las entidades encuestadas la emplea para elaborar informes de cumplimiento normativo; así mismo el 47% de las Autoridades Ambientales la utilizan para otros usos, entre los que se encuentran la modelación, el desarrollo de proyectos de investigación, estudios de dispersión de contaminantes y para determinar el impacto de las actividades que afectan el estado de la calidad del aire; por otro lado, el 42% la utilizan para evaluar la gestión de los planes formulados por la entidad, el 47% la emplea para realizar estudios epidemiológicos relacionados con el estado de la calidad del aire y su grado de afectación a la salud y

finalmente se encuentra el uso de la información de calidad del aire para la generación de normatividad local, que representa el 11% de las Autoridades Ambientales encuestadas. (IDEAM, 2010, p21)

En el informe del estado de calidad del aire en Colombia 2018 realizado por el IDEAM, se afirma que las autoridades ambientales en los últimos años han venido implementando y renovando sus sistemas de vigilancia con tecnología para realizar evaluación y monitoreo de los contaminantes atmosféricos permitiéndole adoptar medidas precisas de control.

Durante el año 2018 se dio cobertura espacial en 83 municipios y 22 departamentos del país con 203 estaciones de monitoreo contenidas en 27 Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA), los criterios aplicados fueron los establecidos por la Resolución 2254 de 2017 del MADS, sobre material particulado y otros contaminantes diferentes a ruido.

Este informe es el primero en incorporar los niveles máximos permisibles contemplados en la Resolución 2254 de 2017 que establece la norma de calidad del aire o inmisión y la línea base para la evaluación de los resultados del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia – Pacto por la Equidad”.

En la Estrategia Nacional de Calidad del Aire 2019 del MADS, se afirma que la contaminación atmosférica es uno de los factores que mayor impacto causa en la salud de las personas y el ambiente remitiendo a los datos registrados por los SVCA, al material particulado, los gases de combustión, compuestos orgánicos volátiles y el ozono troposférico y la necesidad de reducir los impactos producidos por los olores ofensivos y escasamente menciona los impactos generados a la salud por ruido. Los lineamientos de política priorizan acciones enfocadas a la reducción de emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas y móviles.

El estado de calidad del aire en Colombia de acuerdo con el Informe de 2018 publicado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, indica que los contaminantes que ocasionan mayores riesgos de afectación a la salud según los resultados del índice de calidad del aire fueron en su orden el PM_{2,5} y el PM₁₀ en los principales centros urbanos del país. En cuanto a la reducción de emisiones al aire

provenientes de vehículos (Fuentes móviles) depende de la implementación de medidas para el mejoramiento de la calidad del combustible, la renovación del parque automotor con bajas emisiones y el manejo y operación y la introducción de nuevas tecnologías, estas medidas también impactan los niveles de ruido en las ciudades.

En cuanto a la problemática por emisión de ruido ambiental, la estrategia sólo menciona la Resolución 627 de 2006 y la existencia de desconocimiento por parte de la comunidad en cuanto a la aplicación, interpretación y diseño de herramientas que permitan la reducción de los niveles de presión sonora en zonas prioritarias.

Menciona los planes de descontaminación establecidos en el Decreto 1076 de 2015 en los cuales las autoridades ambientales deben clasificar las áreas fuente de contaminación asociada a la definición de medidas de contingencia y de programas de reducción dependiendo de la fuente emisora.

Se resalta que la calidad del aire en el país es abordada desde la gestión ambiental sin vinculación con la gestión del riesgo, lo que se requiere es articulación para optimizar la respuesta y un trabajo concertado entre autoridades territoriales. Otro punto a favor de la estrategia es el objetivo en conocimiento y aplicación de modelamiento ambiental.

Como es posible constatar en los documentos anteriormente referenciados, la información de contaminación acústica por ruido ambiental no está contenida en los informes de estado de la calidad de aire en Colombia y tampoco hace parte de la estrategia nacional de calidad de aire proyectada a 2030. El alcance de dichos documentos es la información emitida por los SVCA los cuales se enfocan en la contaminación por material particulado y gases principalmente. La información de ruido ambiental contenida en los mapas de ruido no está siendo incorporada al ordenamiento del territorio y tampoco está articulada a la gestión del riesgo.

3.1.3 Causa 3. Falta de Medidas de Mitigación Efectivas sobre el Ruido Ambiental

Otra de las causas, es la insuficiente gobernanza que se evidencia con la falta de medidas de mitigación efectivas sobre ruido, la cual es generada por una actitud pasiva e incluso permisiva por parte de las autoridades municipales y ambientales respecto al ejercicio de la competencia de control urbano para el control, mitigación y reducción de los

niveles de ruido y que implica como resultado el incumplimiento de los niveles máximos permitidos por la norma nacional. Esta problemática se expresa en ciudades grandes como Medellín y se replica en ciudades intermedias y pequeñas como las que son objeto de esta investigación.

Los diferentes estudios sobre ruido en Medellín se han centrado en el establecimiento de información técnica que permita identificar el estado de la calidad acústica de la ciudad en un momento específico. Aunque esos estudios han alertado a las autoridades ambientales, a la población en general, ellos no han generado el efecto suficiente para lograr que se implemente una gestión efectiva de este problema ambiental a través acciones que tengan como objetivo el control, la mitigación y la reducción de los niveles de ruido para la ciudad. (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p. 191)

Una explicación a lo anterior es que Medellín es una ciudad donde sólo de forma reciente ha surgido una preocupación por el ruido como un problema ambiental importante para la población y, en consecuencia, para las autoridades ambientales. La falta de medidas de mitigación efectivas sobre el ruido por tráfico vehicular en la ciudad ha llevado a una actitud pasiva del individuo y de las mismas autoridades gubernamentales, donde ambos consideran el ruido como un problema con el cual se debe aprender a convivir ya que lo contemplan como una consecuencia lógica de la mayor actividad económica y de la mayor dinámica de la ciudad. Por lo tanto, se afirma que el individuo ha desarrollado un grado mayor de tolerancia frente a la contaminación acústica que la que puedan tener personas de otras ciudades de países europeos como Dinamarca, Suiza, Reino Unido, Noruega, Suecia, Francia, Alemania y España, donde los bajos niveles de ruido son altamente valorados por los individuos (Bjorner, 2004). (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p. 201).

3.2 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

3.2.1 Efecto 1. Afectación a la Salud Humana

Una de las problemáticas asociadas a la contaminación y particularmente a la contaminación acústica son sus efectos en la salud humana, al respecto la OMS, afirma:

A partir de 1972 la Organización Mundial de la Salud OMS, catalogó el ruido como una forma más de contaminación, y es a partir de este momento que se toma conciencia de este problema, y se comienza a investigar tanto en los diagnósticos como en las posibles soluciones [1]

La contaminación por ruido o contaminación acústica, tiene un efecto negativo en la salud y el bienestar de las personas. La situación es aún más crítica, si se considera que las fuentes de ruido son cada vez más numerosas y con mayores niveles tanto en el interior como en el exterior de las edificaciones. En consecuencia, es cada vez más importante encontrar soluciones que permitan el control de los niveles de ruido [2]. (del Pilar, R. V. María, Janeth, G. U. B., Javier, E. M. N., y Ever, 2015, p.134)

La contaminación acústica es una problemática a nivel mundial. Los excesos en los niveles de presión sonora y que están por encima de lo establecido como norma nacional, para la sociedad colombiana se han convertido en costumbre, que cada vez más, genera impactos negativos en la salud y bienestar.

Al respecto, en el artículo Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia), se asocian los efectos al bienestar y calidad de vida en relación con la potencia del ruido urbano:

La OMS (1999) establece niveles críticos de ruido asociados a la generación de efectos nocivos sobre la salud.

TABLA 1 VALORES CRÍTICOS DE RUIDO URBANO

dB(A)	Efectos nocivos
30	Dificultad en concluir el sueño, pérdida de calidad del sueño
40	Dificultad en la comunicación verbal
45	Probable interrupción del sueño
50	Malestar diurno moderado
55	Malestar diurno fuerte
65	Comunicación verbal extremadamente difícil
75	Pérdida del oído a largo plazo
110-140	Disminución permanente de la capacidad auditiva

Nota. Adaptado de Restrepo, Múnera, Osorio y Valencia, 2015, p.17

La OMS (1999) describe diferentes efectos sobre la salud de las personas, a saber: deficiencias auditivas, interferencia en la comunicación oral, trastornos del sueño y del reposo, efectos sobre la salud mental y efectos sobre el comportamiento psicofisiológico.

Con respecto a la deficiencia auditiva, ésta se considera como una disminución de la sensibilidad auditiva ocasionalmente acompañada a un zumbido en los oídos, presente a exposiciones superiores a 75dB(A) durante un tiempo estimado de 8 horas al día. La disminución de la comunicación oral (conversaciones entre personas) se afecta con interferencias sonoras superiores a los 50 dB(A), ya que una conversación normal puede establecerse con interferencia de sonidos que estén entre los 35 y 50 dB(A); la sensación de molestia en las horas de descanso causa efectos fisiológicos y mentales, ya que dormir es necesario para el normal funcionamiento del cuerpo humano.

La interrupción del sueño y del descanso a causa de la exposición al ruido se manifiesta de manera directa al día siguiente al disminuirse la concentración, aumentando la fatiga y disminuyendo el rendimiento.

Los efectos fisiológicos son más evidentes en las personas que viven cerca de vías ruidosas y están expuestos a altos niveles de ruido desarrollar patologías como hipertensión, cardiopatía y diferentes afecciones cardiovasculares asociadas con la exposición a altos niveles de ruido (OMS, 1999). Además, la exposición al ruido se vincula con reacciones agresivas no habituales y comportamientos

inadecuados ya que la generación de molestia en el oyente, aunque conlleve efectos sutiles, puede ocasionar cambios paulatinos en el estado de ánimo y su comportamiento, a tal medida que a niveles de 80dB(A), es posible observar reducciones de los comportamientos de corte cooperativo e incrementos en la agresividad (Maqueda et al, 2010). (Restrepo, Múnera, Osorio y Valencia, 2015, p.185)

En coherencia con la OMS, para el IDEAM los efectos del ruido en la salud humana y los describe de la siguiente manera para el ruido ambiental: Según la Norma de Calidad del Aire (IDEAM, 2005), dentro de los efectos constatados del ruido, se destacan la pérdida de la capacidad auditiva (hipoacusia), las alteraciones del sueño, presión arterial o ritmo cardíaco, las cefaleas crónicas y el aumento de la probabilidad de sufrir infartos.

El ruido también incide en los estados de estrés e irritabilidad, capaces de alterar la capacidad de concentración, aprendizaje y productividad, provocando en ocasiones accidentes de tráfico o laborales. El ruido dificulta la comunicación, pone el cuerpo en alerta, reduce los niveles de energía y puede causar cambios químicos en la sangre y en el volumen de la circulación sanguínea.

El natural instinto defensivo del organismo se pone en funcionamiento frente a un ruido, identificándolo con una señal posible de amenaza; por ello, la reiteración de esas falsas señales de alarma minan poco a poco la capacidad de reacción del organismo y, en definitiva, su equilibrio natural. La exposición a altos niveles de ruido puede causar efectos agudos (ocurre en periodos cortos de exposición, por lo general minutos u horas) y crónicos (Que ocurre en periodos largos de exposición; es decir, un año o más) en la salud.

Usualmente los efectos agudos son inmediatos y reversibles; mientras los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles. Las condiciones de ruido se caracterizan con base en la intensidad, el tiempo de exposición, las características del ambiente y la distancia de la fuente. (Jiménez y Pulgarín, 2010, p. 39-40)

De igual forma, desde la medicina se ha afirmado por autores como Osman, San Juan y Martínez Conde que existen perturbaciones en rangos superiores a 45 dB(A) que generan dificultades de aprendizaje y alteraciones psicosociales.

De manera progresiva, se han registrado diversos efectos del ruido sobre la salud y la tranquilidad de las personas, que van desde la pérdida de la audición (efectos auditivos) hasta alteraciones segregadas en el metabolismo (efectos no auditivos) (Osman, 2011). Entre las perturbaciones más directas relacionadas con la audición se encuentran la sordera permanente o irreversible y la fatiga auditiva o déficit temporal o reversible. Las consecuencias típicas son ansiedad y alteraciones comportamentales (Sanjuán y Martínez Conde, 2014). (Joshelline, G. P., Terán y Valdez, 2016, p.44).

3.2.2 Efecto 2 y 3. Disminución en el Valor de la Propiedad y Generación de Estados de Molestia por Convivencia (Alteración del Bienestar Social)

En una perspectiva un poco más general, además de los efectos generados por el ruido en la salud y bienestar humanos, otros autores también hacen referencia a efectos económicos relacionados con el valor de la propiedad inmobiliaria y a efectos sociales como estados de molestia.

La exposición al ruido de diferentes fuentes, como el asociado al tráfico vehicular, genera una serie de impactos negativos sobre la sociedad. Según la literatura, este impacto se presenta de tres maneras: 1. Deterioro en la salud de los individuos expuestos al ruido (Bluhm, Nordling y Berglind, 2004; OMS, 1999, y Klæboe, 2003, entre otros). 2. Disminución de los precios de los inmuebles, dada la relación inversa existente entre el incremento de los niveles de ruido y el precio de las viviendas (Wilhelmsson, 2000; Clark, 2006; y Marmolejo, 2008, entre otros). 3. Generación de estados de molestia, dada la percepción de ruido; esta molestia se presenta por la interrupción de la realización de actividades cotidianas (Shepherd y otros, 2010; Miedema y Oudshoorn, 2001; Bjorner, Kronbak y Lundhede, 2003). De esta manera el ruido es un problema que tiene consecuencias en la calidad de vida

de las personas y, por tanto, en el bienestar social. (Restrepo, Múnera, Osorio y Valencia, 2015, p.16).

4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Es necesario aclarar que el problema de investigación está fundamentado en la contaminación acústica generada por ruido ambiental en zonas de uso residencial consideradas como receptoras, que la fuente emisora contaminante es el uso industrial y que tanto el uso residencial como el industrial son permitidos en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en estudio.

Se parte de esta aclaración para explicar la problemática, porque en sí misma, la localización del suelo urbanizable residencial en colindancia con áreas de actividad industrial en Manizales, Chinchiná y Supía es un hecho que se ha concretado en los instrumentos de planificación territorial. La investigación no pretende cambiar la destinación del uso del suelo que en sí mismo, ya es un fenómeno del ordenamiento territorial; sino que parte de este hecho como una condicionante.

En la Resolución 627 de 2006 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Antes de la escisión Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) por medio de la cual se estableció la norma nacional de ruido y ruido ambiental, establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental. Por lo tanto, clasificó el uso residencial como un sector B de Tranquilidad y ruido moderado y al uso industrial como sector C de Ruido Intermedio y Restringido.

En este sentido, es claro que el problema de la colindancia entre usos residenciales e industriales se explica cuando el nivel máximo de ruido ambiental en el día para el uso industrial es de 75dB(A), sin embargo, el nivel máximo de ruido ambiental en el día para el residencial es de 65dB(A). Es decir, desde la norma ya existe una diferencia en el día de 10dB(A), la cual debe reducirse por efecto de la colindancia.

También, es claro que el problema de la colindancia entre usos residenciales e industriales se explica cuando el nivel máximo de ruido ambiental en la noche para el uso industrial es de 70dB(A), sin embargo, el nivel máximo de ruido ambiental en la noche para el residencial es de 50dB(A). Es decir, desde la norma ya existe una diferencia en la noche de 20dB(A), la cual debe reducirse por efecto de la colindancia.

Ampliando este contexto, y en consecuencia del fenómeno de colindancia entre usos residenciales e industriales, es necesario entender porque las administraciones municipales a través de los planes de ordenamiento territorial (POT), toman acciones urbanísticas de mezcla de usos residenciales e industriales en colindancia o proximidad, generando conflicto y es por ello que a continuación se citan las conclusiones del sistema de ciudades que se desarrolló a través de la Política Pública Nacional Conpes 3819 de 2014, las proyecciones de crecimiento poblacional y urbano de Colombia hasta el 2050, y sobre la importancia de las ciudades planteó que:

Colombia es un país altamente urbanizado. Mientras que en 1951 la población urbana del país representaba el 39% de la población total del país en 2010 alcanzó a representar el 76% (...) Proyecciones realizadas para la Misión indican que para el 2050 la población que vivirá en centros urbanos alcanzará los 52,6 millones de habitantes, equivalente al 86% de la población total proyectada. Además, se proyecta que el país tendrá 69 ciudades con más de 100.000 habitantes y 7 con más de un millón de habitantes. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014, p.8).

Adicionalmente, en este mismo instrumento de política, se concluye que: El crecimiento poblacional proyectado estará acompañado de las correspondientes demandas de servicios ecosistémicos (agua, aire y biodiversidad), suelo, vivienda, transporte, alimentos, y servicios públicos y sociales, entre otros. Asimismo, se generarán impactos en el ambiente (contaminación de aguas) y en el uso del suelo (suelos destinados a rellenos sanitarios), los cuales deben ser analizados desde una escala supramunicipal buscando la efectiva coordinación y complementariedad entre las ciudades y las regiones. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014, p.8)

Se introduce la investigación con las conclusiones del Conpes 3819 del sistema de ciudades colombiano, para explicar a través del aumento acelerado de la demanda de suelo residencial en áreas urbanas y en contraste, la escasez de suelo urbanizable urbano, una encrucijada ante la cual las administraciones municipales han optado por atender las

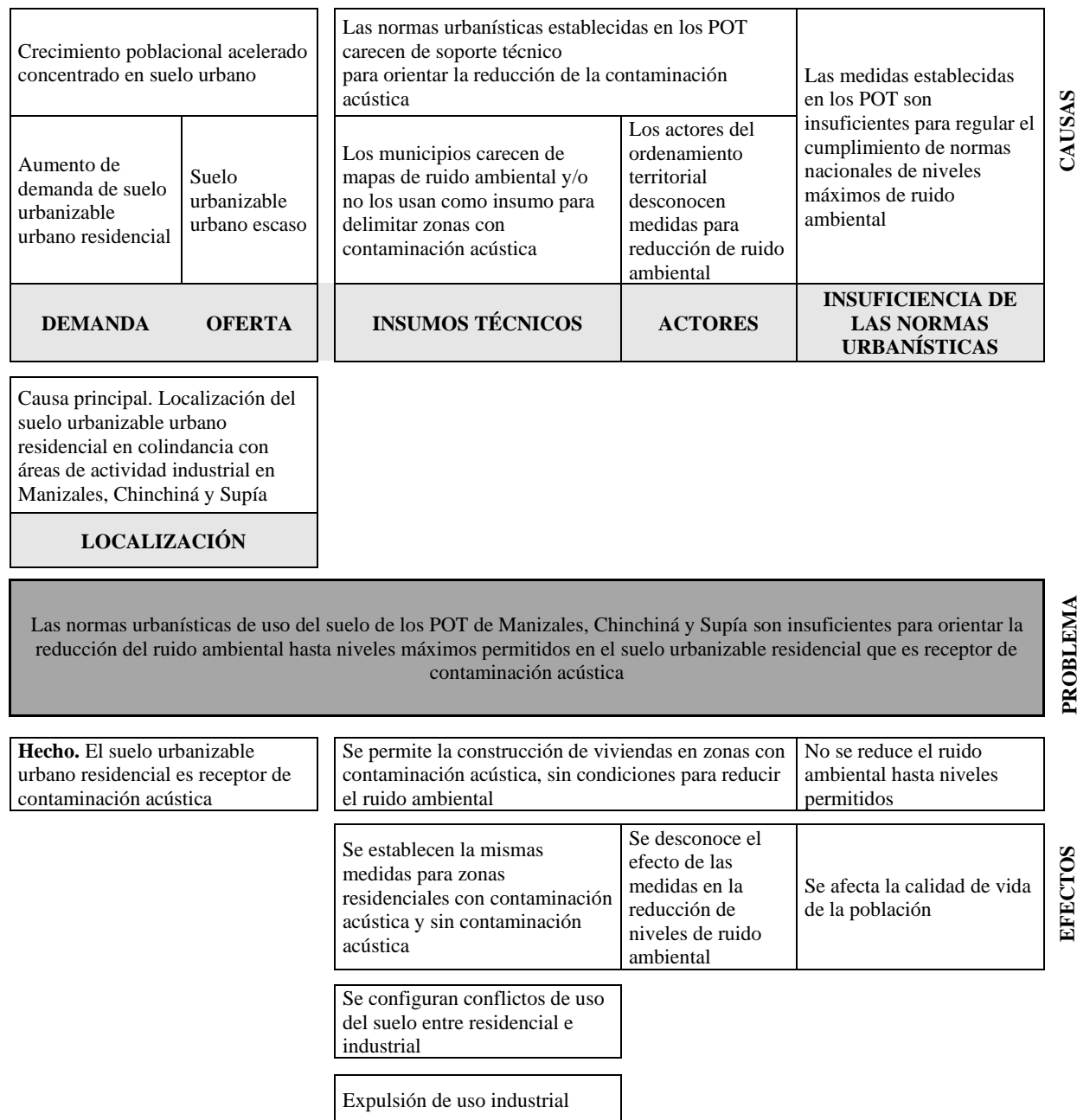
demandas de suelo para vivienda, en suelos cuya característica es la presencia de contaminación acústica generada por ruido ambiental.

La contaminación acústica se define, según García (1988), como la provocación de un ruido o sonido indeseado, una sensación auditiva desagradable o molesta. Los niveles de ruido se miden según su intensidad y potencia, y como unidad base se considera el decibel (dB). Los valores oscilan entre 0 dBA (nivel mínimo auditivo) y 140 a 160 dBA (nivel máximo que tolera el oído humano). (Joshelline, G. P., Terán y Valdez, 2016, p.43)

De lo anterior, se concluye que ante el hecho de que el suelo urbanizable urbano residencial es receptor de contaminación acústica, el problema objeto de esta investigación es que: Las normas urbanísticas de uso del suelo de los POT de Manizales, Chinchiná y Supía, son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en el suelo urbanizable urbano residencial que es receptor de contaminación acústica.

Las causas por las cuales se afirma que las normas de uso del suelo de los POT son insuficientes para regular la reducción del ruido ambiental esta dado porque: 1. Carecen de soporte técnico para orientar la reducción de la contaminación acústica y 2. Son insuficientes para regular el cumplimiento de normas nacionales de niveles máximos de ruido ambiental.

FIGURA 2 CAUSAS Y EFECTOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN



Fuente. Elaboración propia

4.1 CAUSAS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Causa 1. Las Normas Urbanísticas Establecidas En Los POT Carecen De Soporte Técnico Para Orientar La Reducción De La Contaminación Acústica.

La carencia de soporte técnico se puede explicar con dos razones: 1. Los municipios carecen de mapas de ruido ambiental y/o no los usan como insumo para las decisiones en los planes de ordenamiento territorial y 2. Los actores del ordenamiento territorial desconocen medidas para lograr la reducción de ruido ambiental.

Al respecto, en la página oficial de CORPOCALDAS en el enlace de Aire y ruido y con particularidad en el reporte de Ruido Ambiental en los municipios de Caldas, se afirma que:

Con base en los lineamientos generales que plantea la Resolución 627/2006 del MAVDT, para la elaboración de mapas de ruido en ciudades con población superior a 100000 habitantes, CORPOCALDAS los ha elaborado desde el año 2009 en varios municipios (Manizales, La Dorada, Viterbo, Villamaría y Anserma), en los cuales se han identificado como las principales fuentes de ruido: el tráfico vehicular, las actividades comerciales e industriales. (CORPOCALDAS, 2020, http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=543)

Con esta información es claro que municipios como Supía y Chinchiná que tienen población inferior a 100 mil habitantes, no tienen la obligación de contar con mapas de ruido y se ratifica con el inventario de municipios de Caldas que a la fecha no cuentan con este instrumento.

Pese a lo anterior, el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Supía, el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Chinchiná y el POT de Manizales tienen normas de distancia entre el uso residencial y el uso industrial para reducir el ruido. Sin embargo, surgen las preguntas: ¿Cómo se establece la medida de distancia en Chinchiná y Supía si no cuentan con mapas de ruido? ¿Cómo es posible que en el POT de Manizales se establezcan medidas de distancia si en la cartografía del diagnóstico no se zonificaron las áreas con contaminación acústica?

4.1.2 Causa 2. Las medidas establecidas en los POT son insuficientes para regular el cumplimiento de normas nacionales de niveles máximos de ruido ambiental.

Cuando se afirma que en las medidas establecidas en los POT (Entiéndase EOT, PBOT y POT) son insuficientes para orientar el cumplimiento de normas nacionales de niveles máximos de ruido ambiental, se explica a partir de las siguientes ausencias en las normas urbanísticas: (i) Las determinantes ambientales vigentes para los municipios del departamento de Caldas no tienen incluidas determinantes ambientales por ruido, (ii) Las normas urbanísticas de usos del suelo residencial de los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía no tienen condicionantes de impacto ambiental por ruido, (iii) Los planes parciales que se deberán formular en las zonas priorizadas bajo el tratamiento de desarrollo, no cuentan con determinantes ambientales por ruido y (iv) Las industrias localizadas en las zonas priorizadas para esta investigación tienen un uso del suelo que se ha consolidado como derecho adquirido y se proponen colindantes a zonas de uso residencial.

4.2 EFECTOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los efectos generados porque las normas de uso del suelo de los POT son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental, son: 1. Se permite la construcción de viviendas en zonas con contaminación acústica, sin condiciones para reducir el ruido ambiental y 2. No se reduce el ruido ambiental hasta niveles permitidos.

4.2.1 Efecto 1. Se Permite La Construcción De Viviendas En Zonas Con Contaminación Acústica, Sin Condiciones Para Reducir El Ruido Ambiental.

Este efecto está directamente relacionado con la causa 1, es decir que las normas urbanísticas establecidas en los POT carecen de soporte técnico para orientar la reducción de la contaminación acústica.

En este sentido, el efecto genera en las áreas objeto de investigación que actualmente se establecen las mismas medidas para zonas residenciales con contaminación acústica y sin contaminación acústica, configurando conflictos de uso del suelo entre el

residencial y el industrial. En el uso residencial se generan conflictos por la perturbación del bienestar y en el uso industrial el conflicto se explica porque a pesar de que este uso está legalmente establecido en el territorio, cuando se construye el uso residencial, la suma y persistencia de las quejas del residencial tiende a generar procesos de expulsión y reubicación del industrial a otras zonas del territorio, tal y como ha pasado históricamente en Manizales donde se generó un primer proceso de expulsión del sector de Fundadores (Aún persisten las edificaciones en ruina de la antigua fábrica de Tejidos Única), otro proceso de contención de la industria como es la restricción de ampliación del uso en sectores como el Campín y Milán, los cuales han debido reubicar sus plantas en la zona industrial Juanchito.

Adicionalmente, otro efecto secundario asociado a la construcción de viviendas en zonas con contaminación acústica, sin condiciones para reducir el ruido ambiental es que los actores del proceso de ordenamiento territorial desconocen el efecto de las medidas planteadas en los POT sobre la reducción de niveles de ruido ambiental.

4.2.2 Efecto 2. No Se Reduce El Ruido Ambiental Hasta Niveles Permitidos.

A causa de la insuficiencia de medidas establecidas en los POT para orientar el cumplimiento de normas nacionales de niveles máximos de ruido ambiental, se puede prever que las normas actualmente establecidas de distancia no reducirán el ruido ambiental hasta niveles permitidos y esto generará como efecto secundario afectaciones negativas a la calidad de vida, por alterar la salud humana, por perturbar el bienestar en los espacios de descanso y por depreciar el valor de las propiedades.

Además de los efectos presentados, el problema de investigación ha generado otros efectos como son: (i) Discusiones técnicas y políticas en los procesos de revisión y ajuste de los POT sin soporte para tomar decisiones respecto a la posibilidad de autorizar los usos del suelo residenciales y de la habilitación de nuevos suelos, por no contar con estudios técnicos de ruido, (ii) Preocupación del sector industrial por ser un uso del suelo potencial para procesos de expulsión generados por la localización y expansión del uso residencial y (iii) La Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, no puede ejercer su competencia de autoridad ambiental sin soportes técnicos asociados a mediciones de

contaminación ambiental por ruido, cuando se presentan presiones inmobiliarias por el uso del recurso suelo.

Una vez presentadas las causas y efectos del problema de investigación, tal y como se utiliza en la metodología de árbol de problemas, se concluye que el problema de investigación parte de la realidad física y es que:

Las normas urbanísticas de uso del suelo de los POT de Manizales, Chinchiná y Supía son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica.

(Entiéndase que la expresión POT incluye: Plan de Ordenamiento Territorial-POT, Esquema de ordenamiento Territorial-EOT y Plan Básico de Ordenamiento Territorial-PBOT).

Por lo tanto, la pregunta que orientará el desarrollo de la investigación es:

¿Cuáles son las medidas de intervención no estructurales que establecen condiciones al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en Manizales, Supía y Chinchiná, para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos?

5 JUSTIFICACIÓN

5.1 RELACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CON EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN UAM

La presente investigación se encuentra adscrita a la línea de investigación en Gestión Territorial del grupo de investigación en Desarrollo Regional Sostenible el cual según la página web de la UAM, fundamenta el objeto de estudio en la idea maximalista del desarrollo desde una visión holística y donde las regiones con sus diferentes especificidades se convierten en el escenario de interacción y aprendizaje permanente.

(UAM, 2020, <https://www.autonoma.edu.co/desarrollo-regional-sostenible>)

Es preciso señalar que esta investigación se vinculó como contribución directa de la Maestría en Desarrollo Regional y Planificación del Territorio para la ejecución del contrato N° 249 de prestación de servicios de apoyo a la gestión suscrito entre la UAM (Representada por el grupo de investigación en Desarrollo Regional Sostenible) y CORPOCALDAS. Este contrato tenía por objeto:

Contratar la prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión para la identificación y determinación de diferentes tipos de barreras, materiales o adecuaciones fono acústicas, para mitigar el ruido o demás arreglos (de medios de transmisión), de ocupación del territorio para lograr obtener niveles de ruido ambiental menores o iguales a 50 dB en los municipios de Manizales, Chinchiná, Supía, La Dorada, en el área de interés señalada por la Corporación en el departamento de Caldas. (Contrato de prestación de servicios de apoyo a la gestión N° 249 UAM-CORPOCALDAS, 2017, p.1)

Al respecto, en las consideraciones del mencionado contrato, CORPOCALDAS como autoridad ambiental plantea la necesidad institucional de realizar estudios detallados de ruido en algunas zonas de municipios del departamento de Caldas mediante el desarrollo de procesos de investigación, análisis y cualificación de la información con un enfoque técnico y científico, para tomar decisiones de manera técnica en el proceso de ordenamiento territorial municipal, y expresa en las consideraciones del contrato lo siguiente:

Que La Corporación en diferentes escenarios, ha conocido los problemas y preocupaciones planteadas por los residentes de los municipios de Chinchiná, La

Dorada, Manizales y Supía, debido principalmente a la mezcla de usos en el territorio, que involucran el factor ruido, dado que se presentan actividades residenciales, industriales y de servicios en un mismo sector, lo que produce el aumento del ruido, y aparentes efectos sobre la vida de los habitantes. (...) Estas situaciones, requieren que la Corporación adelante estudios detallados que nos permitan tomar decisiones acertadas sobre los modelos de ocupación, la delimitación de la zona de amortiguamiento, los arreglos normativos y los materiales a utilizarse en la mitigación del ruido urbano, resultados que se verán reflejados en recomendaciones sobre una adecuada mezcla de usos en los municipios donde se llevará la medición, con beneficios en la calidad de vida de los habitantes; 2) Que Atender y plantear soluciones, desde las competencias e intereses de la corporación, requiere del desarrollo de procesos de investigación, análisis y cualificación de la información con un enfoque técnico y científico, que permita tener una base de conocimiento soportada en la idoneidad, experiencia y reconocimiento de un equipo de profesionales que puedan establecer una análisis crítico y propositivo a partir de la investigación y la acción, para lo cual es pertinente el desarrollo del objeto del contrato con un grupo de investigación reconocido; 3) Que Con el desarrollo del objeto del contrato se abordarán diferentes criterios técnicos (dispersión por divergencia geométrica, tipo de superficie - cobertura del terreno y tipo de material de basamento-) que deberán ser aplicados a la infraestructura existente o potencial, tales como vías y topografía, lo que determinará la viabilidad que pueda darse de una sana mezcla de usos, en atención al conocimiento detallado de la mitigación del ruido frente a la conjugación y sumatoria de los factores estudiados, valorando criterios diferentes a la distancia y control en la fuente, en los aspectos relacionados con el manejo del ruido. (Contrato de prestación de servicios de apoyo a la gestión N° 249 UAM-CORPOCALDAS, 2017, pp.1-2)

5.2 ¿POR QUÉ EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROPONE LAS ÁREAS DE ESTUDIO LOCALIZADAS EN MANIZALES, CHINCHINÁ Y SUPÍA?

En el contexto del contrato suscrito por CORPOCALDAS y UAM, se dispone que los municipios de interés para la autoridad ambiental son: Manizales, Chinchiná, Supía y Dorada con una identificación total de 5 áreas de estudio.

La característica común de las zonas priorizadas en el marco del convenio con CORPOCALDAS es la localización y funcionamiento de la actividad industrial de alto impacto, la cual es emisora de altos niveles de contaminación sonora, y el interés de las administraciones municipales es viabilizar a través de los planes de ordenamiento territorial la localización de grandes extensiones para usos residenciales en el área de influencia de las industrias.

Es del caso mencionar, que no es común que los alcaldes en la actualidad (Tomadores de decisiones en el ordenamiento territorial), tengan una intención directa y consciente de mezclar usos residenciales con industriales, los cuales por su naturaleza relacionada con la función de habitar y trabajar son altamente incompatibles y lo lógico sería que se localizaran en zonas opuestas o distantes del territorio.

Es importante dejar en claro que el interés institucional, entiéndase interés por parte de autoridad ambiental y administración municipal, es establecer la magnitud de la contaminación acústica y orientar medidas para su mitigación, y que esta investigación propone para la selección de las áreas de estudio, las siguientes características:

- La localización del área de estudio en el departamento de Caldas.
- Las áreas objeto de estudio son afectadas por ruido ambiental generado por fuentes emisoras industriales en funcionamiento que se clasifican como uso del suelo de alto impacto.
- Las áreas objeto de estudio tienen permitido el uso residencial y a futuro existe el interés de actores del territorio, para que se pueda incrementar el aprovechamiento del uso residencial.

Teniendo en cuenta estas características planteadas para la investigación en las áreas de estudio, se aclara que de los 5 polígonos propuestos y priorizados por CORPOCALDAS se investigarán 3 y se excluirán 2.

Los 2 polígonos excluidos se localizan en Manizales (Sector Tesorito) y en La Dorada (Suelo de expansión). Las razones por las que se excluyen los polígonos en relación con los supuestos de investigación son las siguientes: En el polígono de La Dorada no existe el uso industrial establecido, por tanto, no cumple con la característica de afectación por ruido generado por la industria, adicional a esto en el PBOT no permite la localización de uso residencial.

En el polígono de Manizales (Sector Tesorito) el POT tampoco permite el uso residencial. Para ambos casos el uso del suelo priorizado es el uso industrial.

Por el contrario, las 3 áreas de estudio seleccionadas se localizan en los municipios de Manizales (Sector San Marcel), Chinchiná (Sector Liofilizado) y Supía (Sector ladrilleras), para las 3 áreas de estudio está permitido el uso residencial y se ha manifestado interés por parte de promotores inmobiliarios y de las administraciones municipales, en que se incorporen como grandes extensiones de terreno bajo la calificación del tratamiento de desarrollo y que se puedan viabilizar como suelos para atender la demanda residencial municipal. Adicionalmente, en su área de influencia existe colindancia de usos industriales de alto impacto, que son emisores de ruido ambiental.

5.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto está alineado con los objetivos del grupo de investigación en Desarrollo Regional Sostenible de la UAM y el programa de Maestría en Desarrollo Regional y Planificación del Territorio, ya que da continuidad al proceso investigativo del Contrato N° 249 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS.

La experiencia profesional en áreas vivienda y ordenamiento territorial requerida para el desarrollo de la investigación hace parte del perfil profesional que tienen las investigadoras con experiencia específica aplicada de más de 15 años.

El insumo base para el desarrollo técnico de la investigación son los mapas de ruido ambiental de cada una de las áreas de estudio.

Como formuladoras de la investigación y al ser parte del equipo profesional que ejecutó el Contrato N° 249 UAM-CORPOCALDAS, tenemos permitido, por parte de la

coordinación de la Maestría, el acceso y uso de los resultados técnicos de ruido ambiental obtenidos en el contrato para el desarrollo de los objetivos académicos de la investigación.

Los resultados técnicos de ruido ambiental detallados, financiados y disponibles para cada una de las (3) tres áreas de estudio seleccionadas son los Mapas de ruido ambiental diurno (2018) y Mapas de ruido ambiental nocturno (2018).

La validez técnica de los resultados de ruido ambiental para las áreas de estudio y que se constituyen en el insumo técnico de base para su desarrollo, se encuentran soportados por las siguientes razones:

El grupo de profesionales que realizó los estudios detallados de ruido ambiental son expertos en las áreas disciplinares de: Acústica, física, sistemas de información geográfica e ingeniería civil.

Los procesos metodológicos para la construcción del mapa de isófonas siguieron los lineamientos establecidos en la norma ambiental colombiana Resolución 627 de 2006, para monitoreo de ruido ambiental.

El respaldo técnico de los mapas detallados de ruido y de isófonas fue la elaboración de campañas de campo realizadas en cada una de las áreas de estudio en 2018, aplicando los lineamientos establecidos en la Resolución 627 de 2006, con mediciones de ruido ambiental realizadas con 6 sonómetros tipo C (Especializados para ruido ambiental) por área de estudio durante dos periodos de 24 horas continuas.

Los resultados de los mapas detallados de ruido ambiental diurno y nocturno de cada área de estudio fueron revisados y aprobados por CORPOCALDAS en 2019.

En las figuras 3, 4 y 5 se presenta la localización de los 6 puntos de monitoreo en cada una de las áreas de estudio.

FIGURA 3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO EN MANIZALES
(SECTOR SAN MARCEL)



Nota. Contrato UAM-CORPOCALDAS, 2019, p.13.

FIGURA 4 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO EN CHINCHINÁ
(SECTOR LIOFILIZADO)



Nota. Adaptado de Contrato UAM-CORPOCALDAS, 2019, p.16.

FIGURA 5 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO EN SUPÍA (SECTOR LADRILLERAS)



Nota. Adaptado de Contrato UAM-CORPOCALDAS, 2019, p.17.

5.4 NOVEDAD DE LA INVESTIGACIÓN

5.4.1 Criterios De Desarrollo

Las medidas de intervención que se identifiquen deberán ser adoptadas por el receptor de ruido ambiental. Tradicionalmente es la fuente o emisor quien debe implementar las medidas, pero, como las áreas de estudio tienen el uso industrial establecido (Es un derecho adquirido) no se permitirá que la localización del uso residencial se constituya en un expulsor del uso industrial que ya está localizado en zonas cuya vocación principal es la industrial, por otros factores ajenos al proyecto como las ventajas de localización en el territorio, como la rápida y fácil accesibilidad para la movilidad y su emplazamiento en la periferia urbana.

La información de Base sobre Ruido Ambiental para la Formulación de Medidas que Orienten el Ordenamiento Territorial es Detallada. La información disponible de ruido ambiental fue construida para las áreas de estudio a nivel de detalle, lo

cual se explica cuando Supía y Chinchiná no cuentan a la fecha con mapas de ruido a nivel urbano, pero si tienen a disposición mapas de ruido en los polígonos de estudio.

La Aplicación de la Información de los Mapas de Ruido será para Establecer Medidas No Estructurales de Ordenamiento Territorial. La primera novedad es que la información de ruido no se utilizará para fines exclusivos del ordenamiento ambiental, sino que se buscará su aplicación en el ordenamiento territorial generando su articulación.

La segunda novedad es que las medidas identificadas no son de tipo estructural (Implementadas en proceso construcción), sino, que buscan incidir en el proceso del planeamiento territorial.

5.5 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

5.5.1 A La Solución Del Problema

(...) el acelerado crecimiento de las ciudades con sus actividades comerciales e industriales ha contribuido significativamente al incremento de las emisiones de ruido que generan mayor molestia e impactos negativos en la población. El ruido como contaminante ambiental es uno de los problemas crecientes más importantes de las ciudades.

Los impactos generados por esta externalidad negativa están representados en el deterioro de la salud humana y en la disminución de los precios de las viviendas, lo que representa pérdida de bienestar para la sociedad, en particular para aquellos grupos de población asentados en las ciudades (Bateman, Day, Lovett y Lake, 2000). (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p.183)

Las normas urbanísticas de uso del suelo en los planes de ordenamiento territorial de Manizales, Chinchiná y Supía son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en el suelo urbanizable urbano residencial que es receptor de contaminación acústica.

Acciones que Contribuyen a la Solución del Problema de Investigación. Prever la construcción de vivienda en zonas con contaminación acústica mediante la identificación de medidas diferenciales para reducción de ruido ambiental de acuerdo con las condiciones

acústicas del suelo a construir, las cuales serán aplicables antes de la expedición de la licencia urbanística.

Exigir la reducción del ruido ambiental hasta niveles permitidos mediante la identificación e implementación de medidas que puedan ser verificables en el proceso de licenciamiento urbanístico y en consecuencia la verificación del cumplimiento de los estándares normativos permisibles en las zonas de uso residencial según lo establecido en el artículo 17 de la Resolución 627 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Proteger la salud pública, el bienestar social y la calidad de vida de los habitantes de las áreas de estudio.

5.5.2 A la Generación de Nuevo Conocimiento

El objeto de estudio de la investigación, aporta en el conocimiento de posibles intervenciones en el territorio a partir de la acción del Estado mediante la orientación de medidas para que la ocupación del territorio promueva su desarrollo sostenible, condicionando a las normas urbanísticas establecidas en los diferentes planes de ordenamiento territorial para que en la fase de implementación de los planes, se apliquen filtros de verificación a través de la formulación de planes parciales en los suelos calificados como de tratamiento de desarrollo y a través de las actuaciones urbanísticas en suelos que estarán sujetos a la expedición de licencias urbanísticas.

Para América Latina, particularmente, se señala la pobreza y la falta de planificación como los factores más determinantes de la situación de contaminación creciente de los recursos de aire, suelo y agua (Guimaraes 2006, 132). (Hernández, 2010, p. 103)

El ordenamiento territorial como instrumento del Estado que orienta el modelo de desarrollo y ejerce control sobre un territorio, es un proceso que involucra sociedades, sus actividades cotidianas y su historia y sus objetivos deben ser alcanzados a través del desarrollo económico, político y social, garantizando la protección social y ambiental.

Pero, aunque la intervención de la contaminación acústica debería hacer parte de la agenda de la planeación del territorio, aún carece de instrumentos efectivos que garanticen la correcta aplicación de medidas en materia de ordenamiento territorial.

Respecto a la importancia de crear normas para regular el ruido, a continuación se presentan dos autores que hacen la misma reflexión: El primero, concluye respecto a los parques que es escaso el conocimiento sobre sonoridad del ambiente urbano y en consecuencia la calidad sonora es baja, mientras el segundo autor plantea como en Madrid y Zaragoza también existían deficiencias en los medios para controlar el ruido emitido pero se plantearon estrategias que aún no se aplican en Caldas, como la red de vigilancia de contaminación acústica y la expedición de normativa acústica:

Los resultados evidenciaron que la sonoridad era considerada como muy importante por el 57 % de los individuos, en promedio, aunque fue el aspecto menos importante de los seis evaluados (seguridad, paisaje, silencio, vegetación, aire puro y limpieza). De lo expuesto se colige cuán escaso es el conocimiento sobre este aspecto del ambiente urbano y cómo los resultados preliminares apuntan a una calidad sonora baja, juicio que se sustenta solo sobre el atributo de intensidad del ruido. (Suárez y Jiménez, 2013, p. 137)

El hecho de que algún municipio como el de Madrid haya procedido a la instalación de una red de vigilancia de contaminación acústica en su casco urbano y modificado su ordenanza general de protección del medio ambiente urbano el 29 de abril de 1994 para solventar algunas deficiencias constatadas e incrementar los medios con los que controlar mejor los ruidos emitidos, puede dar una idea de una Administración preocupada por este problema.

Entre los municipios con un posicionamiento avanzado en la normativa que regula el problema del ruido hay que citar el de Zaragoza. Este ayuntamiento forma parte de la comisión de técnicos municipales para la elaboración de normativa acústica junto con los de Bilbao, Sevilla y Madrid. También integran esa comisión la Diputación de Barcelona, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Valencia. Estos últimos en calidad de asesores técnicos. (Lorenzo, 1995, pp. 99-100)

En síntesis, se propone como contribución el conocimiento del ordenamiento territorial en relación con la contaminación acústica para promover a nivel nacional el desarrollo ambiental sostenible.

Ante todo, debe concebirse el ordenamiento como un instrumento que permite, a través de un ejercicio prospectivo, generar un modelo de ocupación territorial donde se fortalecen las vocaciones de los territorios, y es posible tener criterios técnicos para subsanar los conflictos en el uso de los suelos, armonizando y salvando zonas de interés ambiental y cultural. En este sentido, el ordenamiento no debe concebirse como una obligación más, sino como un instrumento que permita construir sobre un territorio un orden deseado y orientado hacia el horizonte de una sustentabilidad ambiental. (Hernández, 2010, p.105).

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar medidas de intervención no estructurales, que condicionen al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental en Manizales, Chinchiná y Supía.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Evaluar el nivel de ruido ambiental del suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en el área de estudio.
- 2.** Identificar medidas de intervención no estructurales, aplicables al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica, a partir de la percepción y/o conocimiento de los actores involucrados con el ruido ambiental.
- 3.** Clasificar medidas de intervención no estructurales, aplicables al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental, a partir de textos científicos y normativos.

7 REFERENTE TEÓRICO

7.1 EL ESTADO DE BIENESTAR

La investigación se enmarca en lo planteado por la teoría del bienestar desde un enfoque económico con énfasis en el “Óptimo de Pareto” y se sustenta en la búsqueda de establecer medidas de intervención para las áreas residenciales receptoras de contaminación acústica, sin que la implementación de estas afecte a las áreas residenciales existentes y consolidadas con derechos adquiridos en zonas industriales.

Al respecto, en la Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua. (2014), se presentó el artículo Teoría del Bienestar y el Óptimo de Pareto como Problemas Microeconómicos, y se afirmó que:

El economista italiano Wilfredo Pareto (1938), formuló una serie de principios, que han imperado en la sociedad, llamado Óptimo de Pareto, quien según Millar y Meiners (1989), Pareto señala “que cualquier cambio de situación afectaría a una economía sin perjudicar a otra. Es decir, las situaciones son eficientes, si al haber un cambio de esa situación, se beneficia a alguno, sin perjudicar a otro”. Esto es, una asignación de recursos tal, que cuando se compara con cualquiera otra, las partes involucradas están por lo menos en iguales condiciones de lo que estaban antes y por lo menos una de ellas está mejor de lo que inicialmente estaba. El mismo autor manifiesta, que, si aumenta la utilidad de un individuo, sin que disminuya la utilidad de otro, aumenta el bienestar social de los individuos (*ceteris paribus*).

En suma, el criterio de Pareto es, a la vez, un criterio de clasificación para ciertas situaciones de la economía y de rechazo a clasificar otras. Este permite distinguir las situaciones óptimas y las sub-óptimas. En una situación óptima es imposible mejorar el bienestar de alguien sin que disminuya el de otros. En una situación sub-óptima, por el contrario, estos cambios son posibles. (Reyes-Blanco y Franklin-Sam, 2014, p.223)

Al observar el problema de investigación desde la teoría del bienestar propuesta con el “Óptimo de Pareto” es claro que los polígonos de estudio objeto de investigación se

encuentran en una situación sub-óptima en la cual las medidas a identificar parten de la realidad, pero bajo la premisa que la localización del uso residencial no afectará negativamente la localización del uso industrial.

La pertinencia de establecer medidas de intervención no estructurales para orientar la actuación urbanística en áreas con contaminación acústica se explica en la teoría del bienestar, a partir de la identificación de cambios en las normas urbanísticas para mitigar la contaminación acústica en zonas en las que se permite por los planes de ordenamiento territorial, la colindancia de usos del suelo industrial y residencial.

Variable Contaminación por Ruido Ambiental **Concepto De Contaminación Por Ruido Ambiental**

Los conceptos de ruido y gestión de ruido han sido propuestos por la Organización Mundial de la Salud – OMS en Guías desde 1999:

Físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y el complejo patrón de ondas sonoras se denomina ruido, música, habla, etc. Generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado. (OMS, 1999, p.1)

Desde 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha abordado el problema del ruido urbano. Las guías para el ruido urbano relacionadas con la salud pueden servir de base para preparar normas teniendo como referencia la gestión del ruido. Los aspectos claves de la gestión del ruido incluyen las opciones para reducirlo, modelos de predicción y evaluación del control en la fuente, normas de emisión de ruidos para fuentes existentes y planificadas, evaluación de la exposición al ruido y las pruebas de cumplimiento de la exposición al ruido con las normas de emisión. (OMS, 1999, p.iii)

Adicionalmente, el ruido se ha clasificado por diferentes autores en ruido ocupacional o ruido ambiental y aunque es claro que esta investigación se enmarca exclusivamente en el ruido ambiental, también es necesario para conocerlo, establecer cuáles son sus diferencias respecto al ruido ocupacional.

Cuando se evalúa el impacto en la salud y en el bienestar del ser humano, el ruido es usualmente clasificado como ruido ocupacional y ruido urbano (También llamado ruido ambiental) (Concha-Barrientos et al., 2004)

El ruido ocupacional es el que se genera en condiciones laborales; este, que afecta a millones de trabajadores en el mundo, no será considerado aquí. El ruido ambiental es el que se propaga por las áreas exteriores de una comunidad y puede introducirse en las edificaciones. Este tipo de ruido es crónico más que severo, es generado por fuentes sonoras cuya inmisión del sonido no está limitada al área que pertenece al dueño de la fuente. En este caso, los receptores, como individuos, ocasionalmente pueden hacer algo para evitar el ruido producido (Guski, 2001). (González y Santillán, 2006, p. 40)

Respecto a los receptores del ruido ambiental, también se expresó la OMS y recomendó unos valores guía para las viviendas, así:

Viviendas. Los efectos del ruido en la vivienda son trastorno del sueño, molestias e interferencia en la conversación. En los dormitorios, el efecto crítico es el trastorno del sueño. Los valores guía para dormitorios son 30 dB LAeq para el ruido continuo y 45 dB LAmax para sucesos de ruido únicos. Los niveles inferiores de ruido pueden ser molestos según la naturaleza de la fuente. Durante la noche, los niveles de sonido en exteriores a un metro de las fachadas de las casas no deben exceder 45 dB LAeq para que las personas puedan dormir con las ventanas abiertas. Ese valor se obtuvo al suponer que la reducción del ruido exterior al pasar al interior por una ventana abierta es de 15 dB. Para conversar sin interferencia en interiores durante el día, el nivel del ruido no debe ser mayor de 35 dB LAeq. El nivel máximo de presión sonora se debe medir con el medidor de presión sonora fijado en "Fast". Para proteger a la mayoría de las personas de ruidos muy molestos durante el día, el nivel de sonido exterior proveniente del ruido continuo no debe exceder 55 Db LAeq en balcones, terrazas y áreas exteriores. Durante el día, el nivel de ruido moderadamente molesto no debe exceder 50 dB LAeq. Cuando resulte práctico y factible, el nivel más bajo de sonido en exteriores se debe considerar como el nivel máximo de sonido aconsejable para un nuevo evento. (OMS, 1999, p.8)

7.1.2 Concepto De Ruido Ambiental

Retomando el concepto de ruido ambiental, se concluye a partir de los autores tales como: OMS, García Sáenz, Benjamín y Garrido, Francisco Javier y Santiago Expósito que sus características son: 1. Es un ruido crónico, 2. La inmisión del sonido no está limitada al área que pertenece la fuente, 3. Es generado por la actividad del hombre y no por la naturaleza.

El ruido en el que se centra es el llamado «ruido ambiental». Se trata del ruido que genera la actividad humana (tráfico rodado, ferrocarriles, transporte aéreo, industria, actividades recreativas y construcción) y que se percibe en el ambiente doméstico (viviendas y sus proximidades, parques públicos, centros de enseñanza, hospitales, etc.). Como se dice en la exposición de motivos, la citada Directiva «no cubre el ruido producido por animales, la naturaleza, los vecinos, ni por la propia persona expuesta». (García y Garrido, 2003, p.100)

La Comisión Europea promulgó una directiva (DIRECTIVA 2002/49/CE, 2002) sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, centrada exclusivamente en ruido en exteriores o ruido ambiental. En ella se define el ruido ambiental como el sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, tráfico de carretera, tráfico ferroviario, tráfico aéreo y por zonas o edificios industriales”. (Expósito, Pedrero, Arana, Van Oosten, Bueno, Sánchez y Díaz, 2013, p. 15)

Es preciso referenciar que las investigaciones sobre el ruido ambiental o ruido urbano como es denominado en otros contextos no son recientes y tampoco lo es la preocupación de los países por la contaminación acústica que genera.

La importancia del ruido como un factor de contaminación ambiental en zonas urbanas empezó a manifestarse en mayor medida en las primeras décadas del siglo XX debido al impacto que este producía en la salud y el bienestar de los habitantes (Laird, 1930; Winne, 1930). Desde entonces las investigaciones sobre el ruido ambiental han centrado su interés en dos grandes áreas: la evaluación cuantitativa del ambiente sonoro y el estudio de la respuesta de la comunidad al ruido ambiental. La primera analiza las condiciones de ruido de un ambiente específico y la segunda

analiza aspectos subjetivos implicados en la percepción del ambiente sonoro. El mayor número de trabajos realizados en la segunda área se han centrado en el análisis de la respuesta de las personas al ruido en zonas habitacionales. Entre los años 1943 y 2000 se han identificado 521 estudios de este tipo publicados en idioma inglés, algunos de ellos también incluyen una evaluación cuantitativa del ambiente sonoro. (Fields, 2001)

Evaluación cuantitativa del ambiente sonoro. A lo largo de varias décadas se han realizado estudios enfocados en la descripción objetiva del ambiente sonoro en zonas urbanas. Muchos de ellos se han centrado en la medición del ruido exterior en las fachadas de las edificaciones, principalmente en viviendas. Dependiendo el propósito por el cual se han realizado los estudios, estos varían en profundidad y detalle. Algunos propósitos comunes de este tipo de estudios son los siguientes (Stathis, 1981; Branbilla 2001; European Directive, 2002):

Obtener niveles de ruido ambiental para correlacionarlos con la respuesta de la comunidad al ruido.

Identificar fuentes de ruido exteriores y determinar su contribución al ruido ambiental.

Estimar el número de personas expuestas al ruido.

Apoyar acciones legislativas y de planeación con la finalidad de reducir la exposición al ruido de la comunidad.

Obtener descripciones del ruido ambiental con el propósito de evaluar impactos actuales o futuros.

Determinar la necesidad o ampliación de acciones de control de ruido de fuentes sonoras existentes o futuras.

Establecer el adecuado uso del suelo para diferentes actividades.

Comparar los niveles sonoros con los límites especificados en la legislación sobre ruido. (González y Santillán, 2006, p. 43)

Finalmente, del concepto de contaminación acústica se deviene que la razón del objeto de investigación es la búsqueda de la calidad acústica urbana.

La búsqueda de la calidad acústica de una ciudad tiene un papel importante en la vida de sus habitantes ya que contribuye a un mayor bienestar social, a través de la reducción de la molestia que causa la exposición al ruido. (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p.183)

Antecedentes Normativos y Científicos

Con el objetivo de lograr unanimidad en cuanto a la problemática del ruido, a sus estrategias de reducción y mitigación y las normas que reglamentan el tema, la Comunidad Europea profiere un documento llamado “Libro Verde de la Comisión Europea sobre Política Futura de Lucha Contra el Ruido” [4], donde se concluye que los países miembros deben implementar no sólo medidas de control sobre las fuentes emisoras, sino también acciones para la prevención y reducción de los niveles de ruido ambiental. Este documento propone una homogenización en cuanto a los métodos de evaluación de ruido, de manera que pueda existir un intercambio de información entre los países miembros de la Comunidad. (Área metropolitana Valle de Aburra, 2008, pp. 1-2)

Como resultado de esto, surge la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo [5], para la evaluación y gestión del ruido ambiental, donde se proporciona una base para el desarrollo y complemento de las medidas comunitarias existentes en cuanto al ruido emitido por las principales fuentes como vehículos, ferrocarriles, carreteras, aeronaves e industria. Establece entre otras cosas la necesidad de implementar métodos comunes para la evaluación del ruido y una definición de los valores límites permisibles, así como el uso de indicadores comunes para el cálculo de los niveles de ruido.

Igualmente, expone la obligatoriedad en la elaboración de los mapas de ruido antes del 30 de junio de 2007 para los Estados miembros de la CE correspondientes a aglomeraciones con más de 250.000 habitantes, a todas las grandes vías con tráfico superior a los seis millones de vehículos al año, los grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año y los grandes aeropuertos. Estos mapas de ruido deben convertirse en una herramienta para la elaboración de los planes de acción encaminados a afrontar la problemática del

ruido, sus efectos y su reducción. Las medidas concretas de estos planes deben priorizar en las consecuencias de la superación de los niveles máximos permisibles. (Área metropolitana Valle de Aburra, 2008, pp. 1-3)

De la comunidad europea, es sin duda España uno de los países que ha desarrollado con detalle lo establecido en la Directiva 2002/49/CE y lo ha venido haciendo a partir de la denominada “Ley de ruido” o Ley 37 de 2003, de 17 de noviembre, del Ruido, publicada en el BOE de 18/11/2003, desarrollada por el Real Decreto 1513, de 16 de diciembre de 2005.

Como desarrollo parcial de la Ley de ruido surge el Real Decreto 1513/2005 [7] el cual reglamenta todo lo derivado del ruido ambiental, su prevención y corrección. Como consecuencia de esta reglamentación se tienen dieciocho comunidades que han trabajado en la elaboración de sus mapas estratégicos de ruido: Alicante, Barcelona I, Barcelona II, Baix Llobregat I, Bilbao, Córdoba, Gijón, Madrid, Málaga, Murcia, Palma de Mallorca, Las Palmas de Gran Canaria, Santa Cruz de Tenerife San Cristóbal de la Laguna, Sevilla, Valencia, Valladolid, Vigo y Zaragoza, y diez aeropuertos que tienen sus mapas de ruido terminados y expuestos a la información pública [8]. (Área metropolitana Valle de Aburra, 2008, pp. 1-5)

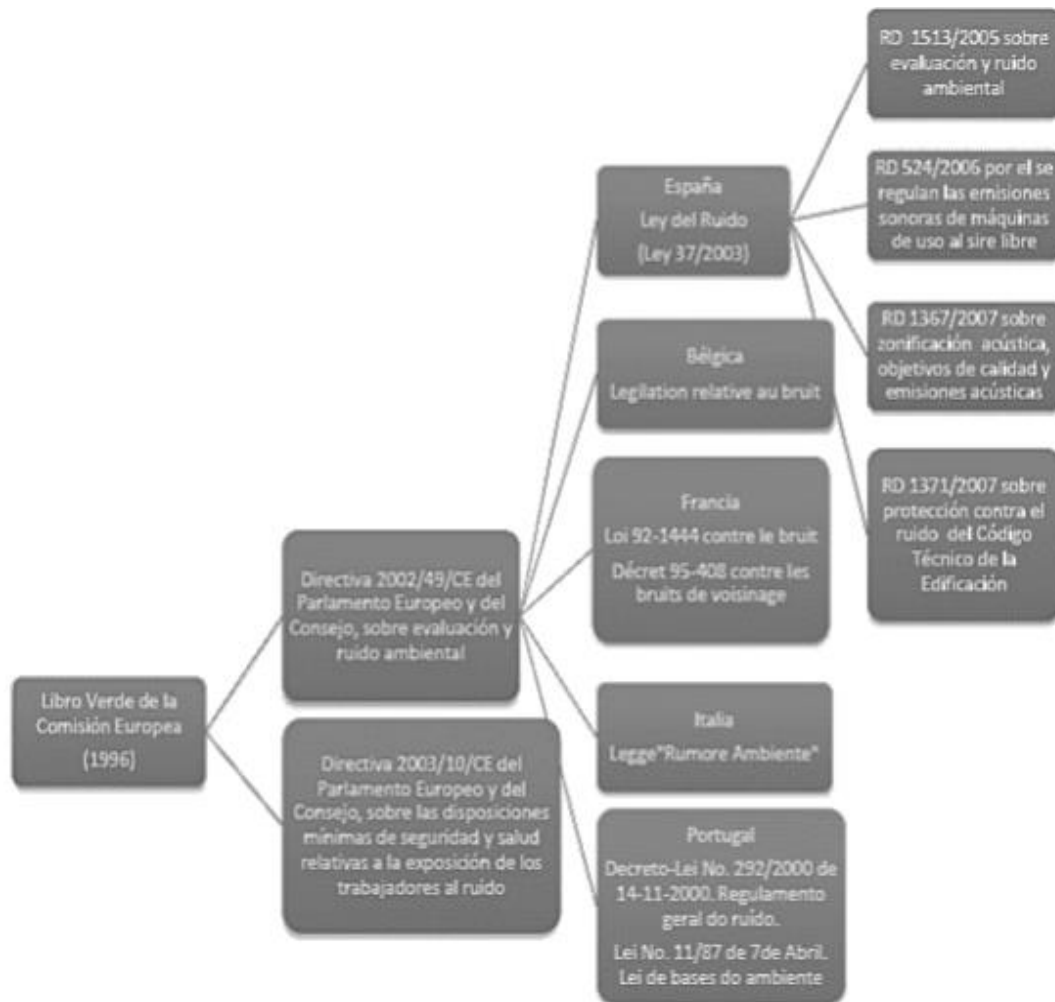
En desarrollo de la Ley de ruido y el Decreto 1513 de 2005, ciudades como Madrid han emprendido acciones efectivas como la identificación de medidas para la reducción del ruido ambiental a partir de los resultados obtenidos con las mediciones de ruido en la ciudad.

La Ordenanza de Madrid es algo más restrictiva que la norma para toda la comunidad, y tiene la virtud de aclarar algunos aspectos. Mantiene la tipología del territorio en función del ruido (área de silencio, levemente ruidosa, tolerablemente ruidosa, ruidosa y especialmente ruidosa), aunque rebaja los límites máximos en el área de silencio (50 dBA por el día, y 45 dBA por la noche, en la normativa general, y 45 y 35 dBA, respectivamente, en la Ordenanza de Madrid). Pero quizá lo más destacable es que se establece un plazo de dos años para definir las áreas acústicas y fijar los niveles que no se podrán superar en las diferentes áreas, teniendo en cuenta si se trata de un espacio urbanizable, o de suelo que ya lo está. Se previene un incremento del ruido en aquellas zonas que tienen límites inferiores a los

establecidos, prohibiéndose la instalación de focos que puedan aumentar más de 3 dBA los niveles ya existentes. (García y Garrido, 2003, pp. 122-123)

En la Unión Europea, es donde se ha identificado un estructurado desarrollo normativo relacionado con el ruido ambiental en el contexto internacional y es ilustrado en la Figura 6.

FIGURA 6 ESTRUCTURA LEGISLATIVA SOBRE RUIDO EN LA COMISIÓN EUROPEA



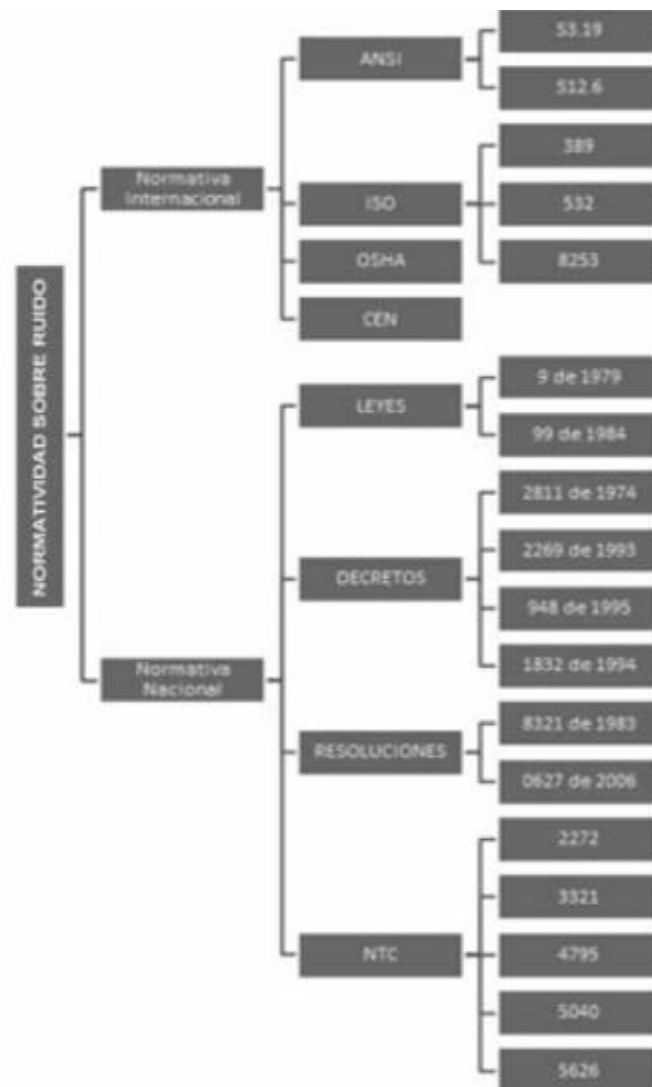
Nota. Adaptado de Convenio 543 de 2008. Gestión para la prevención y mitigación del Ruido urbano. Área metropolitana Valle de Aburra, 2008, pp. 1- 4.

En el contexto americano, los antecedentes normativos identificados en materia de ruido ambiental son la Ley de control de ruido de 1972 en Estados Unidos (Con énfasis en infraestructura de movilidad y transporte) NC26:2007. Ruido en Zonas Habitables de Cuba, el Decreto 146 de 1998 publicado por Congreso Nacional de Chile denominado Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el Decreto N° 286, de 1984, del Ministerio de Salud, y la Ley 1540 de 2004 sobre Control de la contaminación acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En el contexto nacional, el artículo Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación, sintetiza la normatividad nacional relacionada con el ruido tal como se ilustra en la figura 7. A partir de este contexto, la normativa vigente aplicable específica para el ruido ambiental está constituida por el Decreto 948 de 1995, el cual fue compilado en el Decreto nacional del sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015, y la Resolución 0627 de 2006 expedida por el mismo Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La Figura 7 muestra la normativa sobre ruido establecida en Colombia según el artículo Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia (Casas-García, Betancur-Vargas y Montaño-Erao, 2015, p.272

FIGURA 7 NORMATIVA COLOMBIANA SOBRE RUIDO



Nota. Adaptado de Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia

En primer lugar, en el Decreto 1076 de 2015 se establecen definiciones, marco de referencia normativa para la Resolución 627 de 2006, zonas de amortiguamiento y funciones institucionales en relación con el control de la contaminación. En cuanto las definiciones relacionadas con la protección y control de la Calidad del Aire y en particular con el ruido ambiental, establece:

Artículo 2.2.5.1.1.2. Definiciones...

Contaminantes: Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Emisión de ruido: Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Norma de ruido ambiental: Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad. (pp. 377-380)

En relación con el artículo que da vida normativa a la Resolución 627 de 2006 y a los sectores que en ella se establecen, el Decreto 1076 de 2015, establece las facultades al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para fijar los estándares máximos permisibles de ruido y de ruido ambiental, así:

Artículo 2.2.5.1.2.12. Norma de emisión de ruido y norma de ruido ambiental. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional. Dichos estándares determinarán los niveles admisibles de presión sonora, para cada uno de los sectores clasificados en la presente sección, y establecerán los horarios permitidos, teniendo en cuenta los requerimientos de salud de la población expuesta.

Las normas o estándares de ruido de que trata este artículo se fijarán para evitar efectos nocivos que alteren la salud de la población, afecten el equilibrio de ecosistemas, perturben la paz pública o lesionen el derecho de las personas a disfrutar tranquilamente de los bienes de uso público y del medio ambiente.

Las regulaciones sobre ruido podrán afectar toda presión sonora que generada por fuentes móviles o fijas, aún desde zonas o bienes privados, trascienda a zonas públicas o al medio ambiente.

Artículo 2.2.5.1.2.13. Clasificación de sectores de restricción de ruido ambiental.

Para la fijación de las normas de ruido ambiental el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible atenderá a la siguiente sectorización:

1. Sectores A. (Tranquilidad y Silencio), áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.
2. Sectores B. (Tranquilidad y Ruido Moderado), zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios.
3. Sectores C. (Ruido Intermedio Restringido), zonas con usos permitidos industriales y comerciales, oficinas, uso institucional y otros usos relacionados.
4. Sectores D. (Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado), áreas rurales habitadas destinadas a la explotación agropecuaria, o zonas residenciales suburbanas y zonas de recreación y descanso. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006, pp. 383-384)

En relación con las zonas de amortiguamiento y las funciones institucionales en relación con el control de la contaminación acústica, el Decreto No. 1076 de 2015, establece condiciones para las normas de planificación, entiéndase POT, PBOT y EOT y competencias para las autoridades ambientales regionales y municipales, así:

Artículo 2.2.5.1.5.11. Área perimetral de amortiguación de ruido. Las normas de planificación de nuevas áreas de desarrollo industrial, en todos los municipios y distritos, deberán establecer un área perimetral de amortiguación contra el ruido o con elementos de mitigación del ruido ambiental. (MADS, 2015, p. 391)

Artículo 2.2.5.1.5.12. Zonas de amortiguación de ruido de vías de alta circulación. El diseño y construcción de nuevas vías de alta circulación vehicular, en áreas urbanas o cercanas a poblados o asentamientos humanos, deberá contar con zonas de amortiguación de ruido que minimicen su impacto sobre las áreas pobladas circunvecinas, o con elementos de mitigación del ruido ambiental. (MADS, 2015, p. 392)

Artículo 2.2.5.1.5.14. Restricción al ruido en zonas residenciales. En áreas residenciales o de tranquilidad, no se permitirá a ninguna persona la operación de parlantes, amplificadores, instrumentos musicales o cualquier dispositivo similar que perturbe la tranquilidad ciudadana, o que genere hacia la vecindad o el medio ambiente, niveles de ruido superiores a los establecidos en los estándares respectivos. (MADS, 2015, p. 392)

Artículo 2.2.5.1.6.2. Funciones de las Autoridades Ambientales. Las Autoridades Ambientales competentes dentro de la órbita de su competencia, en el territorio de su jurisdicción, y en relación con la calidad y el control a la contaminación del aire, las siguientes: (...)

e) Realizar programas de prevención, control y mitigación de impactos contaminantes del aire en asocio con los municipios y distritos, y absolver las solicitudes de conceptos técnicos que estos formulen para el mejor cumplimiento de sus funciones de control y vigilancia de los fenómenos de contaminación del aire; (...)

Artículo 2.2.5.1.6.4. Funciones de los Municipios y Distritos. En desarrollo de lo dispuesto por el artículo 65 y concordantes de la Ley 99 de 1993, corresponde a los municipios y distritos en relación con la prevención y control de la contaminación del aire, a través de sus alcaldes o de los organismos del orden municipal o distrital a los que estos las deleguen, con sujeción a la ley, los reglamentos y las normas ambientales superiores: (...)

c) Establecer, las reglas y criterios sobre protección del aire y dispersión de contaminantes que deban tenerse en cuenta en el ordenamiento ambiental del

territorio del municipio o distrito, en la zonificación del uso del suelo urbano y rural y en los planes de desarrollo; (...)

f) Ejercer funciones de control y vigilancia municipal o distrital de los fenómenos de contaminación atmosférica e imponer las medidas correctivas que en cada caso correspondan; (...) (MADS, 2015, p. 396-397)

Artículo 2.2.5.1.6.6. Aplicación del principio de rigor subsidiario. Las Autoridades Ambientales competentes, los departamentos, los municipios y distritos, en su orden, en su condición de autoridades ambientales, podrán adoptar normas específicas de calidad del aire y de ruido ambiental, de emisión de contaminantes y de emisión de ruido, más restrictivas que las establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con fundamento en las siguientes consideraciones: (...)

2. Para normas de ruido ambiental. Cuando mediante estudios de tipo técnico, en los planes de ordenamiento ambiental del territorio o en los estatutos de zonificación de usos del suelo, y en atención a las características de la fuente generadora, se requiera restringir dichas normas, con sujeción a las leyes, los reglamentos y los estándares y criterios establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (...) (MADS, 2015, pp.397-398)

En segundo lugar, en la Resolución 627 de 2006 se establece la norma nacional de emisión de ruido y la norma de ruido ambiental para el sector residencial aplicable en Colombia.

La norma de ruido ambiental vigente establece estándares máximos permisibles desagregados por sectores y por niveles de ruido ambiental diurno y nocturno, y los fines y contenidos de los mapas de ruido para el ordenamiento territorial:

Artículo 14. Aplicabilidad del Ruido Ambiental: Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental, deben ser utilizados para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido. Los resultados se llevan a mapas de ruido los cuales permiten visualizar la realidad en lo que concierne a ruido ambiental, identificar zonas críticas y posibles contaminadores por emisión de ruido, entre otros...

(MADS,2006, p.5)

En la Tabla 2, se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB(A)).

TABLA 2 ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES MADS

Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)			
Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos. Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado.	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación. Parques en zonas urbanas diferentes a parques mecánicos al aire libre.	65	50

Nota. Adaptado de MADS, 2006, pp. 6-7

(...)

Artículo 23. Fines y Contenidos de los Mapas de Ruido: Los mapas de ruido son utilizados como documento básico para conocer la realidad de ruido ambiental en la población y poder desarrollar planes, programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento. Igualmente, estos deben ser utilizados como soporte e insumo técnico en la elaboración, desarrollo y actualización de los planes de ordenamiento territorial.

Los mapas de ruido según el MADS tienen entre otros los siguientes objetivos: Permitir la evaluación ambiental de cada municipio en lo referente a contaminación por ruido. Permitir el pronóstico global con respecto a las tendencias de los niveles de ruido. Posibilitar la adopción de planes de acción en materia de contaminación

por ruido y en general de las medidas correctivas, preventivas y de seguimiento adecuadas.

Anexo 1. Definiciones (...)

Fuente: Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.

Norma de emisión de ruido: Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.

Norma de ruido ambiental: Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad.

(MADS, 2006, p.p. 14 - 16)

Según lo anterior, la contaminación acústica se presenta cuando en las áreas de estudio se superan los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB (A)) para las zonas residenciales clasificadas como subsector de sectores B. Tranquilidad y Ruido Moderado en el artículo 17 de la Resolución 627 de 2006; estos estándares son de 65 dB (A) en el día y 50 dB (A) en la noche.

Respecto al ruido ambiental en Caldas la autoridad ambiental CORPOCALDAS y según la información disponible sobre calidad de aire, se afirma que se han realizado mapas de ruido ambiental para 5 municipios en el departamento y que para el caso de Manizales se han realizado para el total urbano en los años 2009 y 2014. Adicionalmente, concluye que en el sector de Maltería donde se localiza el polígono de estudio de este proyecto las mediciones promedio de ruido ambiental diurno es 70 dB(A) y 65dB(A) nocturno.

Con base en los lineamientos generales que plantea la Resolución 627 de 2006, para la elaboración de mapas de ruido en ciudades con población superior a 100000 habitantes, CORPOCALDAS los ha elaborado desde el año 2009 en varios

municipios (Manizales, La Dorada, Viterbo, Villamaría y Anserma), en los cuales se han identificado como las principales fuentes de ruido: el tráfico vehicular, las actividades comerciales e industriales.

(...)

De los resultados de las mediciones de ruido y las isófonas obtenidas, se infiere que los sectores de mayor ruido ambiental en la ciudad de Manizales en su orden son:

(...)

El sector de Maltería (zona industrial), con un Leq de 67,8 a 70 dB(A) para el día y de 64,2 a 65,2 dB(A) para la noche; en este sector el ruido diurno se asocia a las diferentes actividades industriales y comerciales, así como el tráfico vehicular en el sector. (CORPOCALDAS, 2020, página web).

7.2 VARIABLE SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL

El suelo urbanizable residencial es una variable identificada para esta investigación a partir de los conceptos establecidos como norma en la Ley 388 de 1997, por medio de la cual se establece el régimen normativo para el ordenamiento territorial municipal, por lo tanto se constituye en la base normativa, que en conjunto con el Decreto 1077 de 2015, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, orientan la formulación de los planes de ordenamiento territorial. Por lo anterior, a continuación, se desarrollarán los conceptos de suelo residencial y suelo urbanizable a partir de los instrumentos normativos antes referenciados.

Lo que se entiende por ordenamiento territorial no es solo demarcar o delimitar un pedazo de tierra. Es mucho más profundo: se trata de ordenar el pensamiento para poder vivir bien sobre ese pedazo de tierra” (mama de la comunidad kagaba, citado en Sánchez 1994, 27). (Hernández, 2010, p. 99).

7.2.1 Concepto De Suelo Residencial

La razón por la que las normas de uso del suelo están contenidas en los planes de ordenamiento territorial, es básicamente porque son clasificadas como acción urbanística en el artículo 8 de la Ley 388 de 1997, así:

Artículo 8°.- Acción urbanística. La función pública del ordenamiento del territorio local se ejerce mediante la acción urbanística de las entidades distritales y municipales, referida a las decisiones administrativas y a las actuaciones urbanísticas que les son propias, relacionadas con el ordenamiento del territorio y la intervención en los usos del suelo. Son acciones urbanísticas, (...). (Presidencia de la república de Colombia, 1997)

Así, la variable suelo residencial está directamente relacionada en el ordenamiento territorial con los conceptos de áreas de actividad y uso del suelo, en donde el primero es el contenedor del segundo según la normativa colombiana.

ARTÍCULO 2.2.1.1 Definiciones. Para efecto de lo dispuesto en el presente decreto, se adoptan las siguientes definiciones:

Área de actividad. Partes del territorio de los municipios o distritos que deben ser delimitadas en la cartografía del Plan de Ordenamiento Territorial y para las cuales se establece el régimen de usos en función de la estructura urbana definida por el modelo de ocupación del territorio. Son áreas de actividad entre otras, la residencial, comercial, de servicios, industrial, institucional o dotacional y mixta. (Decreto 075 de 2013, Art. [1](#))

Áreas de actividad industrial. Zonas rurales suburbanas y rurales no suburbanas del territorio municipal o distrital en las cuales se permite la parcelación del suelo para la localización de establecimientos dedicados a la producción, elaboración, fabricación, preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación, transformación, tratamiento, almacenamiento, bodegaje y manipulación de materias destinadas a producir bienes o productos materiales. Se excluye de esta definición las actividades relacionadas con la explotación de recursos naturales y el desarrollo aislado de usos agroindustriales, ecoturísticos, etnoturísticos, agroturísticos, acuaturísticos y demás actividades análogas que sean

compatibles con la vocación agrícola, pecuaria y forestal del suelo rural. (Decreto 4066 de 2008, Art. 1)

Uso del suelo. Es la destinación asignada al suelo por el plan de ordenamiento territorial o los instrumentos que lo desarrollen o complementen, de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar sobre el mismo. Los usos pueden ser principales, compatibles, complementarios, restringidos y prohibidos. Cuando un uso no haya sido clasificado como principal, compatible, complementario o restringido se entenderá prohibido. (Decreto 4065 de 2008, Art. 2)

Uso Principal. Uso deseable que coincide con la función específica de la zona y que ofrece las mayores ventajas para el desarrollo sostenible. (Decreto 3600 de 2007, art. 1) Uso Condicionado o Restringido. Uso que presenta algún grado de incompatibilidad urbanística y/o ambiental que se puede controlar de acuerdo con las condiciones que impongan las normas urbanísticas y ambientales correspondientes. (Decreto 3600 de 2007, art. 1)) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio, 2015)

En consideración a los conceptos anteriormente citados de la norma, los polígonos de estudio tienen asignado el uso del suelo residencial, sin embargo, al carecer de unas condiciones orientadas a reducir los niveles de ruido ambiental a niveles permitidos, no están cumpliendo explícitamente con la definición de uso condicionado el cual es asignado a los usos que presentan algún grado de incompatibilidad urbanística y ambiental, como es el caso de las áreas de estudio.

7.2.2 Concepto de Suelo Urbanizable

La variable suelo urbanizable implica su contextualización en el marco de los tipos de áreas establecidas en el ordenamiento territorial colombiano, es decir, área bruta, área neta o área útil. Para establecer la superficie de suelo urbanizable para el uso residencial en los polígonos de estudio, será necesario hallar el área neta de cada uno de ellos. Lo anterior, significa que se entiende el suelo urbanizable residencial como sinónimo del área

neta, es decir, el suelo apto para urbanizarse, libre de afectaciones por cargas generales y otras restricciones propias del lugar.

ARTÍCULO 2.2.1.1 Definiciones. Para efecto de lo dispuesto en el presente decreto, se adoptan las siguientes definiciones: (...)

Área neta urbanizable. Es el área resultante de descontar del área bruta, las áreas para la localización de la infraestructura para el sistema vial principal y de transporte, las redes primarias de servicios públicos domiciliarios y las áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos. (Decreto 2181 de 2006, art. 2 y Decreto 075 de 2013, art. 1) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio, 2015)

Entre las afectaciones por cargas generales se encuentran las áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos y entre otras, están las zonas de riesgo en las cuales se encuentra la referencia explícita a nivel de afectación.

ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.2.5 Evaluación del riesgo. La evaluación de riesgo es el resultado de relacionar la zonificación detallada de amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad. Con base en ello, se categorizará el riesgo en alto, medio y bajo, en función del nivel de afectación esperada.

Para las zonas en alto riesgo se definirá la mitigabilidad o no mitigabilidad, a partir de las alternativas de intervención física para reducir y evitar el incremento de la amenaza y/o vulnerabilidad.

Para estas alternativas se deberá evaluar su viabilidad de ejecución desde el punto de vista técnico, financiero y urbanístico. Bajo estas evaluaciones se obtendrá la definición del riesgo alto mitigable o riesgo alto no mitigable”. (Decreto 1807 de 2014, art. 18) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio, 2015)

Síntesis de investigaciones que realizan comparativos de niveles de ruido ambiental en zonas residenciales con norma nacional. Las investigaciones que se presentan a continuación fueron incluidas en el artículo: Revisión de la normativa para el ruido acústico en Colombia y su aplicación y a partir de una síntesis realizada para el marco de esta investigación permiten concluir que en las principales ciudades de Colombia, como Medellín y Cali, tienen en común que el

resultado de la comparación de las mediciones en sectores residenciales con la norma de estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos en la Resolución 627 de 2006, es que en todos los casos la norma no se cumple. De allí que el problema no es la norma nacional, sino la insuficiencia de las medidas establecidas para garantizar el cumplimiento de la norma de ruido ambiental, tal y como se ha identificado el problema en Caldas. Investigación Evaluación del ruido urbano en la ciudad de Medellín (Ortega y Cardona, 2005).

En los resultados de las mediciones en los microambientes B del estudio de caso de la evaluación del ruido urbano en la ciudad de Medellín (Según tabla de fuente Pacheco, Franco y Beherentz (2009) referenciada en el artículo Revisión de la normativa para el ruido acústico en Colombia y su aplicación, p.273) se evidencia que el sector residencial estudiado presenta datos en el escenario con menor contaminación de 60dB(A) y en el escenario con mayor contaminación de 69dB(A). En este caso se concluye que la zona residencial estudiada en Medellín EXCEDE la norma de Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental diurno establecidos en la Resolución 627 de 2006 en 4dB(A).

En este estudio realizado por la Universidad de Antioquia, se buscó determinar qué tanto se cumplía la legislación colombiana con respecto a los eventos de contaminación por ruido en la ciudad de Medellín, en lo que eventualmente determinaría el grado de exposición de los habitantes de la ciudad al ruido. (Casas-García, Betancur-Varga y Montaña-Erazo, 2015, p.273)

Investigación Mapa de ruido de las Comunas 2, 17 y 19 de la ciudad de Santiago de Cali (Gómez, 2011). En los resultados de las mediciones por comuna del estudio de caso Mapa de ruido de las Comunas 2, 17 y 19 de la ciudad de Santiago de Cali, se evidencia que el sector residencial estudiado excede la norma de Estándares Máximos Permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos en la Resolución 627 de 2006 hasta en 12,7 dB(A) para el día.

7.3 VARIABLE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Reflexión en Granada sobre la contaminación acústica:

Además de la falta de normas, se indica también que las existentes presentan importantes lagunas de contenido, de manera que en general se considera que las normativas de las administraciones –especialmente la local– son ampliamente mejorables. En este sentido, las organizaciones constatan que en muchos casos se trata de normativas estándar o, en palabras de una asociación de Granada, «estereotipadas, copiadas unas de otras, sin ninguna consideración de los problemas específicos de cada municipio (tenemos casos flagrantes de copiar de otra ordenanza hasta las erratas)», lo que vendría a corroborar el escaso interés de la mayoría de las administraciones locales por este problema. (García y Garrido, 2003, p. 214)

En relación con la necesidad de establecer medidas de descontaminación del ruido, la OMS ha hecho mención en su guía de ruido ambiental de los planes de manejo para reducir los niveles de ruido y ha enunciado los alcances mínimos de estos instrumentos en ambientes específicos dentro de los cuales ha incluido las viviendas:

Otros componentes de un plan de manejo de ruidos incluyen el monitoreo de los niveles de ruido, la elaboración de mapas y modelos de exposición al ruido, enfoques para el control del ruido (tales como medidas de mitigación y prevención) y evaluación de las opciones de control.

El manejo de ruidos debe:

1. Monitorear la exposición de los seres humanos al ruido.
2. Mitigar la inmisión en ambientes de ruido y no sólo las emisiones de fuentes de ruido. (OMS, 1999, p.11).

7.3.1 Concepto de Medidas No Estructurales

El concepto de “medidas de intervención” se enunció en el artículo del Decreto 1077 de 2015, aunque era en el contexto de los estudios de riesgo, es esta definición, precisamente la que orienta la identificación de medidas que se propone en esta investigación.

ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.1.6 Determinación de medidas de intervención. Con base en los resultados de los estudios básicos, se deben determinar las medidas de mitigación no estructurales orientadas a establecer el modelo de ocupación del territorio y las restricciones o condicionamientos para el uso del suelo cuando sea viable, mediante la determinación de normas urbanísticas”. (Decreto 1807 de 2014, art. 13) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015, p. 287) (Resaltado fuera del texto).

ARTÍCULO 2.2.2.1.3.1.3 Estudios básicos para la revisión o expedición de Planes de Ordenamiento Territorial (POT). (...) La determinación de las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas. (...). (MVCT, 2015)

El concepto de “medidas de intervención no estructurales” se enuncia en el Decreto 1077 de 2015, así:

ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.2.7 Medidas de Intervención. Para la prevención, mitigación del riesgo y/o reducción de la amenaza y/o vulnerabilidad de conformidad con lo previsto en el artículo anterior, el estudio de evaluación de riesgo planteará medidas que podrán ser estructurales y no estructurales.

1. Las medidas estructurales, son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes. Entre otras se consideran las siguientes: obras de estabilización y de reforzamiento de edificaciones e infraestructura, las cuales deben ser predimensionadas sobre la cartografía a nivel de prediseño, con el estimativo de costos correspondiente. (...)

2. Las medidas no estructurales, orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas, proyectos para la implementación de sistemas de alertas tempranas en los casos que aplique, así como la socialización y apropiación cultural de los principios de responsabilidad y precaución” (Decreto 1807 de 2014, art. [20](#)) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015, p. 290).

En consecuencia, con la relación establecida entre medidas de intervención no estructurales y normas urbanísticas, estas últimas son definidas por el mismo Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio (1997), en el artículo 15 de la ley 388, como:

Las normas urbanísticas regulan el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo y definen la naturaleza y las consecuencias de las actuaciones urbanísticas indispensables para la administración de estos procesos. (República de Colombia, 1997)

Respecto a las normas urbanísticas, la Ley 388 antes referenciada las clasifica en estructurales, generales y complementarias. A partir del amplio alcance de regulación de las normas urbanísticas, en esta investigación se priorizarán aquellas relacionadas con las normas urbanísticas generales las cuales contienen el uso del suelo, correspondiente a la norma urbanística de mayor interés para alcanzar los objetivos formulados.

En el artículo 15 de la Ley 388 (1997), se establece respecto al alcance de las normas urbanísticas generales en los planes de ordenamiento territorial:

Son aquellas que permiten establecer usos e intensidad de usos del suelo, así como actuaciones, tratamientos y procedimientos de parcelación, urbanización, construcción (...). Por consiguiente, otorgan derechos e imponen obligaciones urbanísticas a los propietarios de los terrenos y a sus constructores, conjuntamente con la especificación de los instrumentos que se emplearán para que contribuyan eficazmente a los objetivos del desarrollo urbano y a sufragar los costos que implica tal definición de derechos y obligaciones. (...) En consecuencia, además de las regulaciones que por su propia naturaleza quedan contenidas en esta definición, hacen parte de las normas urbanísticas:

2.1 Las especificaciones de aislamientos, volumetrías, alturas para los procesos de edificación. (...)

2.4 Las características de la red vial secundaria, la localización y la correspondiente afectación de terrenos para equipamientos colectivos de interés público o social a escala zonal o local, lo mismo que la delimitación de espacios libres y zonas verdes de dicha escala. (...)

2.6 Las especificaciones de las cesiones urbanísticas gratuitas, así como los parámetros y directrices para que sus propietarios compensen en dinero o en terrenos, si fuere del caso.

(...)

2.8 Las demás previstas en la presente ley o que se consideren convenientes por las autoridades distritales o municipales”. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 1997, p.17)

Finalmente, se entiende como medidas de intervención no estructurales, la determinación de normas urbanísticas orientadas a regular el uso cuando sea viable (Restricciones y condicionamientos), la ocupación y el aprovechamiento del suelo desde un enfoque ambiental, con el propósito orientar en los planes de ordenamiento territorial, la ocupación del suelo urbanizable residencial receptor de contaminación acústica por ruido ambiental.

Al respecto, García y Garrido (2003) en su artículo sobre la contaminación acústica en nuestras ciudades, concluyen:

Hay cuatro campos en los que hay que demostrar de forma meridiana que se quiere abordar el problema del ruido, y que se está dispuesto a tomar las soluciones adecuadas para erradicarlo: el campo del conocimiento, el campo de las normas, el campo de los medios y el campo de las acciones.

El primer campo es el del conocimiento del problema o el de la objetivación de los datos. Hay medios técnicos para conocer de forma precisa los niveles de ruido en los que se desarrolla la vida de la ciudad...El segundo campo es el de las normas. No se trata de tener la legislación más avanzada, o la más exigente o precisa. Al político se le pide que ponga todos los medios que tiene a su alcance, que son muchos, para cumplir las normas...El tercer campo es el de las acciones concretas o el de las vías de solución.

Como han señalado todos los informes, es muy distinto plantear acciones cuando aún no ha surgido el problema del ruido, o cuando hay que prevenirlo porque todavía se puede, que cuando hay que reducirlo porque va en aumento y resulta perjudicial. En el primer caso, cualquier medida que se tome está justificada,

siempre y cuando se antepongan los intereses públicos a los privados. Construir de otra manera, crear zonas ajardinadas, hacer estudios de impacto ambiental; tener en cuenta el ruido en los planes de ordenación del territorio, son medidas ampliamente aceptadas. Planificar y construir con criterios urbanísticos debe ser un principio que se debe observar. Mucho más difícil resulta poner en marcha medidas que van en contra de ciertos hábitos, o suponen un recorte de actividades que realizamos en la ciudad de forma habitual. El cuarto campo es el de la información-formación. Como se ha demostrado... los problemas del ruido aún no constituyen una preocupación principal de la conciencia ciudadana, y no lo van a ser hasta que no se informe adecuadamente sobre este tema. (pp.243 – 244 - 245).

8 SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN

Las medidas de intervención no estructurales que orientan la reducción del ruido ambiental son medibles y su aplicación es diferencial según el nivel de contaminación acústica del suelo urbanizable residencial.

La escasa armonización que se ha hecho entre el ordenamiento territorial y el ordenamiento ambiental en Colombia ha generado que la información de ruido sólo se utilice como insumo del diagnóstico en los planes de ordenamiento territorial y, en consecuencia, las medidas o normas que se han establecido en la formulación del plan son de origen cualitativo y no explican su efecto en la reducción de decibeles. En este contexto que además está presente en los planes ordenamiento territorial de Manizales, Chinchiná y Supía; se busca con esta investigación describir las medidas de intervención estructurales que son medibles y adicionalmente demostrar que las medidas de distancia adoptadas en los POT, PBOT y EOT vigentes, se establecen sin diferenciar zonas con y sin contaminación de ruido ambiental.

A manera de ejemplo, a continuación, se cita una medida de intervención no estructural y el cálculo de la reducción de ruido que genera, con lo cual se soporta que la hipótesis ya ha sido explorada en otros contextos de investigación:

Por su parte, Echeverri, Murillo y Valencia (2011) evaluaron el rediseño de rutas de transporte para disminuir los niveles de ruido por tráfico vehicular. Los resultados del estudio arrojaron que se debe reestructurar el 50% de las rutas evaluadas y que teniendo en cuenta esta reestructuración sólo se generaría una reducción de 5dB(A). (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p.191)

El ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica es generado por fuentes fijas (industrial) y/o móviles (vehículos).

Es del caso aclarar que, aunque la industria se identifica en la problemática de esta investigación como principal fuente emisora, también se parte del supuesto que la industria en funcionamiento debe ser legal y, por lo tanto, debe garantizar como mínimo el cumplimiento de los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en el artículo 9 de la Resolución 627 de 2006.

Teniendo en consideración que el origen del problema de investigación promovido por CORPOCALDAS, identifica como principal fuente emisora del ruido ambiental a la industria; la teoría asociada a contaminación acústica por ruido ambiental en Colombia y en países como España, coinciden en que la principal fuente de contaminación por ruido ambiental es la movilidad vehicular.

A continuación, se cita un párrafo de la investigación Contaminación acústica en la localidad de Chapinero realizada en 2015 y otro de la investigación Estimación de la relación entre el ruido y la molestia generada por el tráfico vehicular: Una aplicación en la ciudad de Medellín, Colombia realizada en 2018 dando cuenta de lo explicado anteriormente:

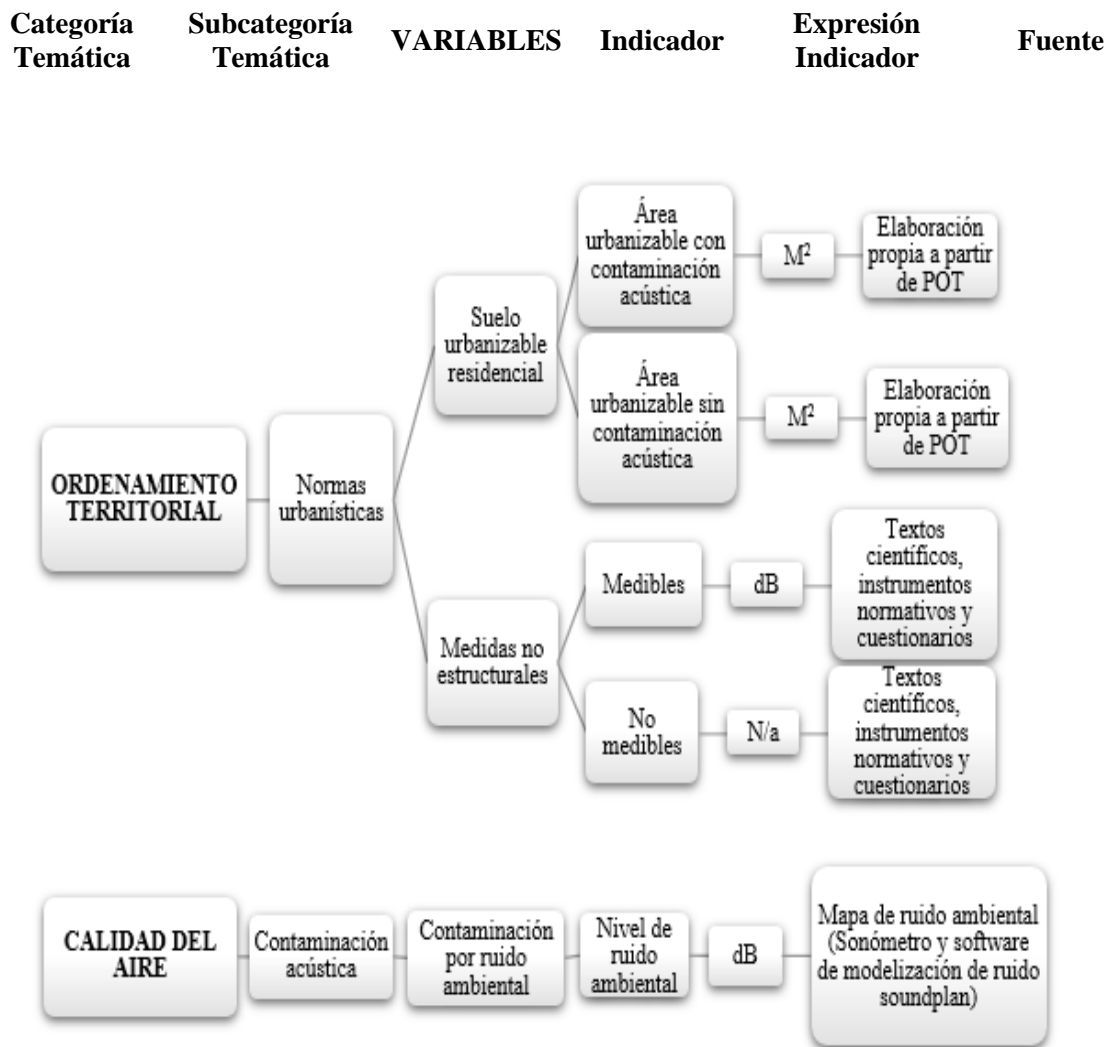
La importancia del ruido vehicular en la molestia que genera sobre la población expuesta queda evidenciada en los resultados hallados en algunos estudios internacionales. Es así como se ha encontrado que ésta se incrementa cuando hay presencia de transporte público (Paunović et al. 2014, en Belgrado, Serbia), cuando el ruido vehicular sobresale sobre otras fuentes como la industrial (Pierrette et al. 2012, en Lyon, Francia), los aviones (Nguyen et al. 2012, en Ho Chi Minh y Hanoi, Vietnam) o los trenes (Diet al. 2012, en Dalian, China). (Ramírez y Domínguez, 2015, p.24)

El tráfico vehicular es una fuente móvil que tiene gran participación en el aumento de los niveles de ruido de la ciudad de Medellín (Colombia). La mayoría de las zonas urbanas de la Ciudad superan los decibeles permisibles por la legislación vigente, lo cual causa afectaciones y molestias en los habitantes, especialmente en las zonas residenciales (Echeverri, Murillo y Valencia, 2011).” (Restrepo, Múnera, Osorio y Campo, 2018, p.183).

9 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El proyecto aborda las siguientes variables e indicadores que serán analizados para dar respuesta a la pregunta de investigación.

FIGURA 8 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN



Fuente. Elaboración propia

10 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

10.1 MODELO

La investigación se desarrollará con un modelo de enfoque cuantitativo y el alcance propuesto es el de la investigación descriptiva.

10.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se realizará con un diseño de investigación: no experimental, transeccional y de tipo descriptivo.

10.2.1 Diseño De Investigación No Experimental.

Se entiende por investigación no experimental, lo siguiente:

No hay manipulación intencional ni asignación al azar...en este hecho el investigador no tuvo nada que ver...Era una situación que ya existía, ajena al control directo que hay en un experimento...En resumen, en un estudio no experimental los individuos ya pertenecían a un grupo o nivel determinado de la variable independiente por autoselección... En la investigación no experimental es sistémica y empírica en la que las variables independientes ni se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa, y dichas relaciones se observan tal como se han dado en su contexto natural. (Hernández, 2014, p.153).

10.2.2 Diseño Transeccional Descriptivo:

Se entiende por diseño transeccional descriptivo, que:

Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y

cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptiva. (Hernández, 2014, p.155).

10.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

El objeto de interés en la investigación son los suelos urbanizables residenciales que son receptores de contaminación acústica por ruido ambiental generada por la industria de alto impacto como fuente fija contaminante localizados en los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía.

Se estudiarán 3 polígonos en 3 municipios de Caldas que cumplen con las características de ser suelos urbanizables residenciales que son receptores de contaminación acústica por ruido ambiental. Los criterios de selección se darán de acuerdo con el instrumento de ordenamiento territorial correspondiente a cada municipio así: Plan de ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Manizales, Plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) del municipio de Chinchiná y Esquema de ordenamiento territorial (EOT) del municipio de Chinchiná. El Suelo urbanizable residencial receptor de contaminación acústica por ruido ambiental generada por industria de alto impacto y que cuente con mapas detallados de ruido ambiental. Y la identificación de los polígonos fue formulada y validada por CORPOCALDAS, autoridad ambiental con jurisdicción en el departamento de Caldas.

TABLA 3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Tipo de Plan de Ordenamiento territorial	Departamento de Caldas	Nombre de suelo urbanizable	¿Tiene permitido el uso del suelo residencial?	¿Tiene contaminación acústica por ruido ambiental generada por industria?	Industria (s) fuente contaminante	Tiene mapa detallado de ruido ambiental
POT	Manizales	Polígono 1. Sector San Marcel	Si	Si	Sector industrial Juanchito	Si
PBOT	Chinchiná	Polígono 2. Sector Liofilizado	Si	Si	Café Liofilizado y Alpina	Si
EOT	Supía	Polígono 3. Sector ladrilleras	Si	Si	Ladrilleras	Si

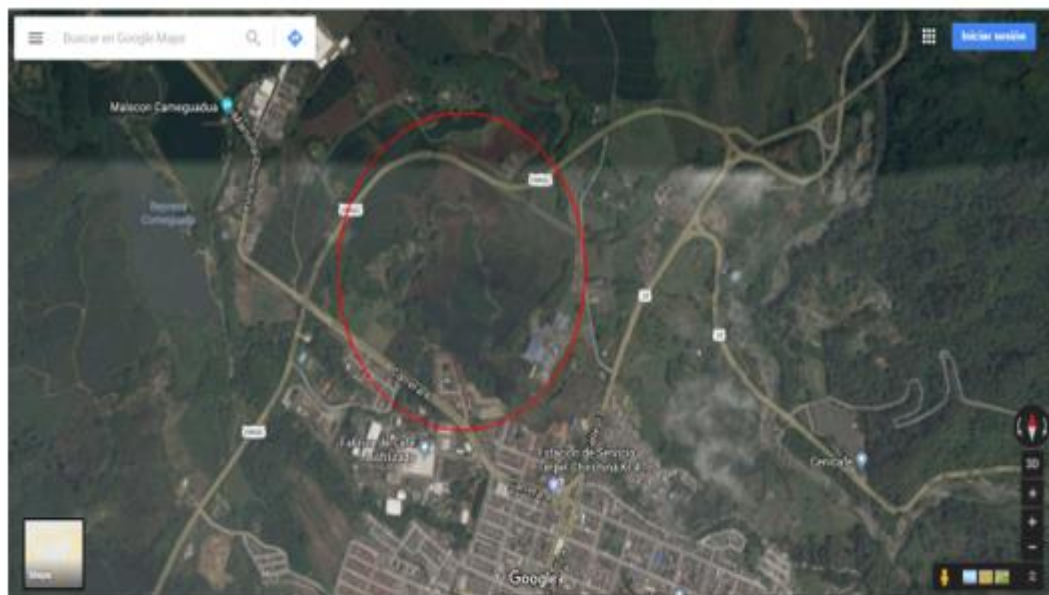
Fuente. Elaboración propia

FIGURA 9 POLÍGONO DE ESTUDIO LOCALIZADO EN MANIZALES SECTOR SAN MARCEL



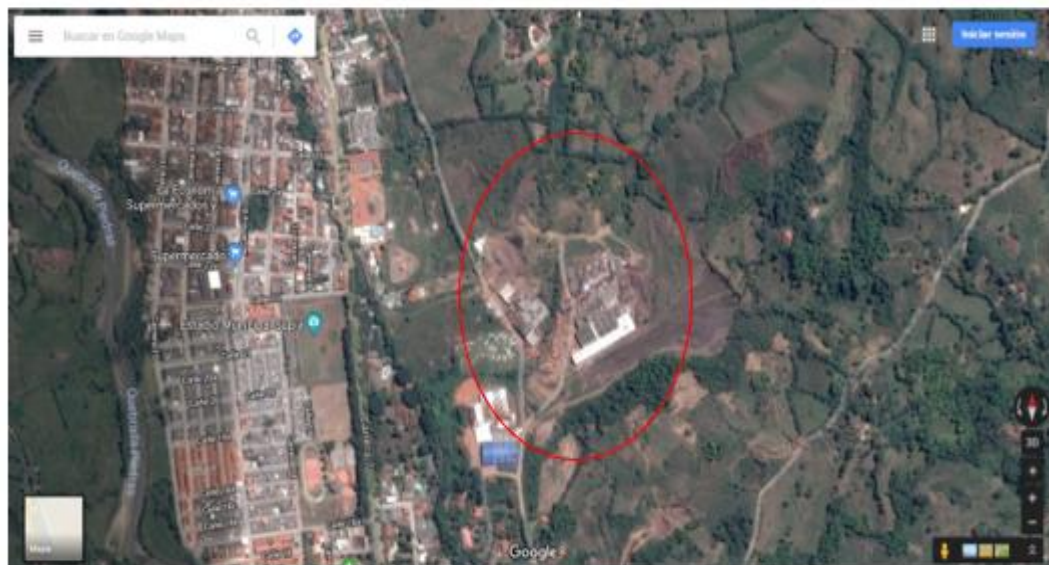
Nota. Adaptado de Google Maps

FIGURA 10 POLÍGONO DE ESTUDIO EN CHINCHINÁ SECTOR LIOFILIZADO



Nota. Adaptado de Google Maps

FIGURA 11 POLÍGONO EN ESTUDIO EN SUPÍA SECTOR LADRILLERAS



Nota. Adaptado de Google Maps

10.4 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN

10.4.1 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA EL OBJETIVO 1

TABLA 4 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL OBJETIVO 1

Ob1. Evaluar el nivel de ruido ambiental del suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en el área de estudio.			
Orden	Metodología	Técnicas	Instrumentos
1	Identificar los estándares normativos de contaminación acústica para ruido ambiental en zonas residenciales de Colombia	Recopilación de documentos	Ficha de cita bibliográfica
2	Zonificar los niveles de ruido ambiental del área de estudio	Campañas de Medición Representaciones gráficas cartográficas	Sonómetro tipo 2 Software SoundPlan
3	Zonificar el suelo urbanizable del área de estudio	Análisis Espacial	SIG
4	Evaluar las zonas receptoras de contaminación acústica del área de estudio	Análisis Espacial	SIG

Fuente. Elaboración propia.

Identificar los estándares normativos de contaminación acústica para ruido ambiental en zonas residenciales de Colombia. Se establecerá la base de evaluación de contaminación acústica por ruido ambiental para los polígonos de estudio a través de lo establecido en la Resolución 627 de 2006. Las variables que se tendrán en cuenta como base de evaluación de contaminación acústica para zonas residenciales son:

- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB para el día.
- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB para la noche.

Estos estándares están directamente relacionados con los efectos en salud pública y la percepción de bienestar social. El resultado que se espera obtener de la aplicación de las

técnicas de recopilación de documentos es una tabla síntesis de estándares máximos permisibles de ruido ambiental para los polígonos de estudio, la cual se constituirá en el parámetro de evaluación de la contaminación acústica.

Zonificar los niveles de ruido ambiental. Se utilizará el insumo aportado por la UAM y CORPOCALDAS, que corresponde a mapas de ruido ambiental diurno y nocturno, los cuales fueron realizados mediante mediciones de campo. Estas mediciones se realizaron con la localización de 6 estaciones en cada polígono en las cuales se utilizaron sonómetros tipo 2 marca Quest Soundpro cuyo registro de datos se incorporó el software especializado para el modelamiento de ruido SoundPlan teniendo en cuenta la variable topografía.

Las mediciones realizadas con sonómetros se ubicaron a alturas de 4 m y 1.2 m sobre el nivel del suelo, y a una distancia mínima de 1.5 m de cualquier fuente directa de emisión. Además, se evitó la cercanía con estructuras reflectantes, manteniendo alejado el equipo de medición 2 m como mínimo. La diferenciación de las alturas especificadas se basó en la cercanía de las fuentes de emisión.

Las variables que se tendrán en cuenta como insumo para evaluar la contaminación acústica de los polígonos de estudio son:

- Niveles de ruido ambiental diurno.
- Niveles de ruido ambiental nocturno.

El resultado que se recibe como insumo de la aplicación de las técnicas de Campañas de Medición y Representaciones gráficas cartográficas son mapas de isófonas (Ruido ambiental) diurno y nocturno para cada polígono de estudio, los cuales permiten conocer los niveles de ruido ambiental.

Zonificar el Suelo Urbanizable. La zonificación del suelo urbanizable de las áreas de estudio requiere que se clasifique y calcule el área neta urbanizable y que se excluya del área bruta de intervención el suelo con restricciones para urbanizarse.

Las variables que se analizarán de los POT vigentes y de las normas nacionales, para la identificación y selección de normas urbanísticas aplicables para zonificar el suelo urbanizable de cada polígono de estudio, son:

- Normas para el tratamiento de desarrollo (o equivalente según la denominación establecida en cada plan de ordenamiento territorial).

- Usos del suelo permitidos y existencia de condiciones de impacto ambiental por ruido.
- Cargas urbanísticas.
- Restricciones de usos y ocupación residencial por áreas protegidas o por proyecciones de proyectos territoriales.
- Edificabilidad.

Los resultados que se obtienen de la aplicación de la técnica de análisis espacial son mapas de afectaciones y restricciones y mapas de suelo urbanizable para cada área de estudio, los cuales representarán de manera precisa cuáles son los lugares en los que se permite ocupar con el uso residencial dentro de cada polígono de estudio.

En la identificación de restricciones y afectaciones considerarán como mínimo:

Por razones ambientales:

- Estructura ecológica principal y sus categorías.
- Infraestructura ecológica principal y sus categorías.
- Áreas protegidas.
- Cauces y fajas de protección de fuentes hídricas.
- Riesgo no mitigable de cada evento que se establezca en el POT.
- Pendientes que tengan restringida la posibilidad de urbanizarse.

Por infraestructura de movilidad y transporte:

- Fajas de retiro obligatorio según jerarquía vial.
- Afectaciones por proyección de nuevas infraestructuras de movilidad y transporte, o servicios públicos.
- Retiros de redes e infraestructuras de cada uno de los servicios públicos.

Evaluar las Zonas Receptoras de Contaminación Acústica. Para evaluar las zonas receptoras de contaminación acústica se realizarán los siguientes análisis:

- Superposición espacial mediante capas de las zonas urbanizables dentro de los polígonos de estudio con mapa de isófonas (ruido ambiental) diurno.
- Superposición espacial mediante capas de las zonas urbanizables dentro de los polígonos de estudio con mapa de isófonas (ruido ambiental) nocturno.

- Comparación de áreas de las isófonas diurnas dentro de la zona urbanizable del polígono de estudio, con estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB para el día.
- Comparación de áreas de las isófonas nocturnas dentro de la zona urbanizable del polígono de estudio, con estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB para la noche.
- Cálculo del potencial constructivo del suelo urbanizable del área de estudio a partir de la aplicación de las normas urbanísticas de edificabilidad vigentes.

Los resultados que se esperan obtener de la aplicación de la técnica de análisis espacial son mapas síntesis de contaminación acústica en el suelo urbanizable de cada polígono, los cuales representan y dimensionan de manera precisa cuales son los lugares en los que se presenta la contaminación acústica y la dimensión de dicha contaminación.

10.4.2 Metodología, Técnicas E Instrumentos De Registro De Información Para El Objetivo 2

TABLA 5 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL OBJETIVO 2

Ob2. Identificar medidas de intervención no estructurales, aplicables al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica, a partir de la percepción y/o conocimiento de los actores involucrados con el ruido ambiental.			
Orden	Metodología	Técnica	Instrumentos
1	Identificar las medidas de intervención no estructurales contenidas en los planes de ordenamiento territorial vigente para las áreas de estudio	Análisis de contenido	Ficha de citas bibliográficas
2	Identificar las medidas de intervención no estructurales enunciadas por los actores involucrados con el ruido ambiental en el área de estudio	Cuestionario de pregunta abierta	Mapa de actores Entrevista semiestructurada
3	Identificar las medidas de intervención no estructurales referenciadas por expertos	Cuestionario de pregunta abierta	Mapa de actores Grupo focal

Fuente. Elaboración propia.

Identificar las Medidas de Intervención No Estructurales Contenidas en los Planes de Ordenamiento Territorial Vigente para las Áreas de Estudio. Para la identificación de las medidas de intervención no estructurales contenidas en los POT se hará la identificación de las siguientes variables:

- Normas urbanísticas establecidas para la reducción del ruido ambiental.
- Identificación de fuente emisora reconocida en el plan de ordenamiento territorial de cada municipio.

Los planes de ordenamiento territorial vigentes para las áreas de estudio de esta investigación, que serán analizados son:

- Acuerdo 958 del 2 de agosto de 2017 “Por el cual se adopta la revisión ordinaria de contenidos de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Manizales.
- Acuerdo 030 de 1999, por medio del cual se consolida el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (P.B.O.T) y se modifican parcialmente los acuerdos 015/93, 011/96 y 025/97 de Chinchiná.
- Acuerdo 025 de 2001, por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial para el municipio de Supía-Caldas.

Identificar las Medidas de Intervención No Estructurales Enunciadas por los Actores involucrados con el Ruido Ambiental en el Área de Estudio. Para identificar las medidas de intervención no estructurales enunciadas por los actores es necesario primero realizar la identificación de los actores involucrados con el ruido ambiental en las áreas de estudio. A continuación, se expone la metodología para su identificación.

Metodología para la Identificación de los Actores. Según Pozo-Solis, (citado por Tapella E. 2007) el mapa de actores facilita el conocimiento de las alianzas, los conflictos, los portavoces autorizados y por tanto permite seleccionar asertivamente los actores que intervienen en el proyecto, entender la complejidad de sus relaciones y diseñar estrategias

para su intervención a partir de la información registrada. Con fundamento en lo anterior se plantean 5 pasos: 1. La clasificación de los actores para identificar su intervención en el proyecto. 2. Identificación de las funciones y roles. 3. Análisis de los actores realizado a partir de dos categorías: a) Relaciones predominantes de los actores enfatizando en los niveles de interés: A favor, indeciso o en contra, para establecer relaciones de confianza, de indiferencia, de dominio o de conflicto y b). Los niveles de jerarquización: Nivel de poder alto, medio o bajo para establecer el nivel de influencia sobre los demás. 4. Clasificación de actores utilizando la matriz de doble entrada para representar las relaciones sociales y visualizar la jerarquización. 5. Identificación de actores clave.

Una vez identificados los actores clave se procede a la aplicación de otro instrumento de investigación cualitativa como lo es la entrevista semiestructurada para obtener información.

Metodología para Aplicación de Entrevistas Semiestructuradas. Con fundamento en Taylor, S.J. y Bogdan R. (1987) se plantea la estrategia metodológica para la construcción del cuestionario y aplicación de la entrevista semiestructurada. Dos puntos importantes en el ejercicio con actores es el diligenciamiento del consentimiento informado (Ver Apéndice B) en el cual se pone en conocimiento del entrevistado el objetivo de este instrumento, los objetivos de la investigación abordados con el instrumento y la autorización para utilización de la información con fines académicos y la guía de entrevista semiestructurada donde se tiene el sondeo de preguntas a formular.

Las variables del cuestionario son: Contaminación acústica y Uso del suelo residencial (Ver Apéndice B). Una vez diligenciados los cuestionarios después de aplicar la entrevista semiestructurada, se adelantarán los procesos de: Codificación y Análisis de la información.

El resultado esperado es la identificación de medidas no estructurales enunciadas por los actores intervinientes en las áreas de estudio.

Identificación las Medidas de Intervención no Estructurales Referenciadas por Expertos. Se realiza invitación de expertos en ruido ambiental a un encuentro de grupo

focal para identificar su percepción respecto de la contaminación acústica que se puede presentar en las áreas de estudio, identificar las recomendaciones de potenciales medidas de intervención que puedan ser implementadas y que generen reducción de niveles de ruido ambiental en zonas residenciales con contaminación acústica, e identificar criterios técnicos relacionados con niveles de ruido ambiental que se deben considerar para establecer normas urbanísticas en áreas residenciales (Ver en Apéndice B 2), Formato de asistencia y consentimiento informado UAM y Guía grupo focal).

Con los cuestionarios diligenciados, se adelantarán los procesos de codificación y análisis, se cruzará la información con los resultados de otros instrumentos aplicados, a saber, mapa de actores clave (MAC) y la entrevista semiestructurada y dichos resultados serán contrastados con los objetivos de la investigación. La estrategia metodológica está fundamentada en Escobar, J. & Bonilla-Jimenez, F. (2006).

10.4.3 Metodología, Técnicas E Instrumentos De Registro De Información Para El Objetivo 3.

TABLA 6 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL OBJETIVO 3

Ob3. Clasificar medidas de intervención no estructurales, aplicables Al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental, a partir de textos científicos y normativos.			
Orden	Metodología	Técnica	Instrumentos
1	Identificar medidas de intervención no estructural en contenidos normativos.	Análisis de contenido	Ficha de citas bibliográficas
2	Identificar medidas de intervención no estructurales en contenidos científicos.	Análisis de contenido	Ficha de citas bibliográficas
3	Clasificar por tipo las medidas de intervención no estructurales	Inventario	Base de datos

Fuente. Elaboración propia.

Identificar Medidas de Intervención No Estructurales en Contenidos Normativos. La identificación de medidas se realizará a partir de la consulta de normas

internacionales de países con trayectoria en la gestión del ruido. En esta identificación se tendrán como variables principales:

- Medidas que establezcan el porcentaje (%) de reducción de decibeles.
- Medidas que se puedan establecer como norma urbanística en los planes de ordenamiento territorial.

Identificar Medidas de Intervención No Estructurales en Contenidos

Científicos. La identificación de medidas se realizará a partir de la consulta en bases de datos de plataformas científicas. En esta identificación se revisarán métricas de plataformas científicas y para la selección de publicaciones se tendrán como variables principales:

- Medidas que establezcan el porcentaje (%) de reducción de decibeles.
- Medidas que se puedan establecer como norma urbanística en los planes de ordenamiento territorial.

Clasificar por Tipo las Medidas de Intervención No Estructurales. Una vez identificadas las medidas de intervención para reducción de ruido ambiental desde fuentes normativas y científicas, se propondrá una clasificación por tipo a partir de lo encontrado teniendo en cuenta como variables:

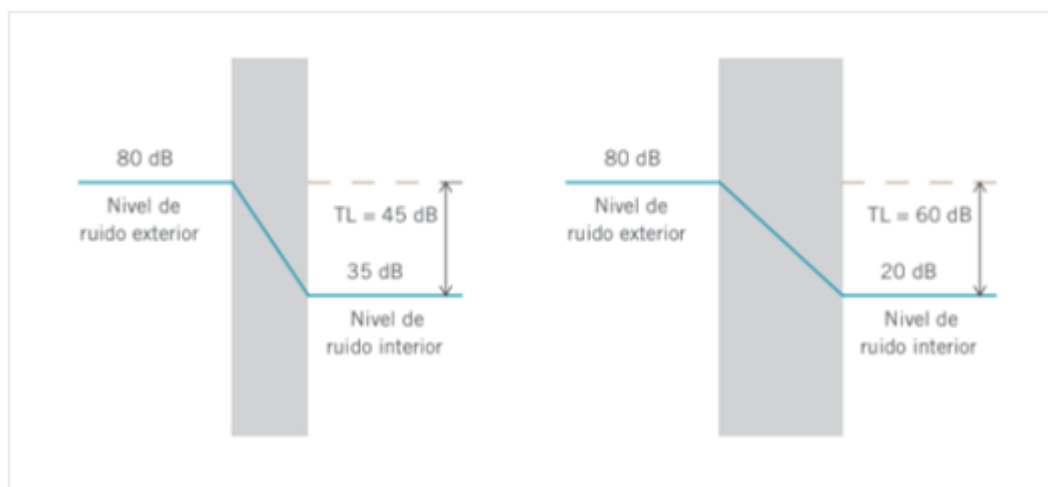
- Medidas medibles.
- Medidas no medibles.

Con esta información se espera poder identificar medidas de intervención no estructurales que puedan ser recomendadas para su aplicación en los polígonos de las áreas de estudio.

Se entiende por medida medible a aquella que al aplicarse se puede calcular directamente su índice de reducción R en dBA:

El aislamiento de paredes, techos suspendidos, forjados, puertas y ventanas respecto al ruido aéreo puede ser descrito como un índice de reducción R, o lo que es igual a TL (Transmission Loss). Este índice describe el número de decibelios que el sonido se debilita al pasar a través de un componente.

FIGURA 12 ÍNDICE DE REDUCCIÓN



Nota. Adaptado de dB Sonic, soluciones de aislamiento a ruido aéreo, p.8.

De este modo podemos definir una clase de transmisión de sonido STC (sound transmission class - ASTM) o un R_w (índice de reducción sonora ponderada – DIN, ISO), los cuales describen el aislamiento de un paramento a través de un número único, con lo cual podemos hacer una evaluación y comparar el rendimiento frente al control pasivo frente al ruido. Cuando encontramos el valor R'_w significa que en este valor estamos incluyendo las vías secundarias de transmisión (flanking) y siempre es un valor menor que R_w del elemento por sí solo. (dB Sonic, soluciones de aislamiento a ruido aéreo, p.8)

Se entiende por medida no medible a aquella que, relacionada con la zonificación, los estudios de detalle o los instrumentos de planificación que orientan el proceso de ordenamiento territorial para la posterior aplicación de medidas medibles; pero que su sola aplicación no permite establecer el índice de reducción R en dB(A) del ruido ambiental en el momento de aplicar la medida no estructural.

11 RESULTADOS ESPERADOS

11.1 RESULTADOS

Los resultados esperados de la investigación son: (1) Un artículo de investigación y (1) informe final de investigación.

Aunque de los resultados del proyecto es posible que se deriven otros productos como la publicación de otros artículos de investigación en temáticas específicos de la investigación, formación de recurso humano y la participación en eventos para su divulgación, estos se considerarán en un momento posterior a la titulación de la maestría.

TABLA 7 RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Aspecto	Resultado / Producto	Indicador	Beneficiario
Generación de nuevo conocimiento	Un Artículo de Investigación	Número de artículos de investigación redactados	Comunidad científica
Apropiación social del conocimiento	(1) Un Informe final de Investigación	Número de informes finales de investigación redactados	Secretaría de Planeación de Manizales Secretaría de Planeación de Chinchiná Secretaría de Planeación de Supía CORPOCALDAS

Fuente. Elaboración propia.

11.2 IMPACTOS

Los impactos esperados de la investigación se darán en los ámbitos: Social, ambiental y político tal como se enuncian en la Tabla 8.

TABLA 8 IMPACTOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Ámbito Ambiental y Político			
Impacto esperado	Plazo (años)	Indicador verificable	Supuestos
El suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica tendrá normas urbanísticas de uso del suelo (Medias de intervención) que orientan la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos.	4 años	Adopción de Resolución de determinantes ambientales para ruido ambiental por CORPOCALDAS	Que por iniciativa de CORPOCALDAS se adopte una Resolución con determinantes ambientales para ruido ambiental para Caldas
	4 años	Modificación de las normas urbanísticas del POT de Manizales: Número de normas urbanísticas para el suelo residencial receptor de contaminación acústica, incorporadas al Acuerdo 958 del 2 de agosto de 2017, mediante proceso de modificación excepcional de norma urbanística al POT.	Que por iniciativa del alcalde se inicie y adopte un proceso de modificación urbanística al POT, que permita incluir dentro de los temas a modificar, la modificación de normas urbanísticas para asignar condiciones al uso residencial receptor de contaminación acústica
	4 años	Modificación de las normas urbanísticas del PBOT de Chinchiná: Número de normas urbanísticas para el suelo residencial receptor de contaminación acústica, incorporadas al Acuerdo 030 de 1999, mediante proceso de modificación excepcional de norma urbanística al PBOT.	Que por iniciativa del alcalde se inicie y adopte un proceso de modificación urbanística al PBOT, que permita incluir dentro de los temas a modificar, la modificación de normas urbanísticas para asignar condiciones al uso residencial receptor de contaminación acústica
	4 años	Modificación de las normas urbanísticas del EOT de Supía: Número de normas urbanísticas para el suelo residencial receptor de contaminación acústica, incorporadas al Acuerdo 025 de 1998, mediante proceso de modificación excepcional de norma urbanística del EOT.	Que por iniciativa del alcalde se inicie y adopte un proceso de modificación urbanística del EOT, que permita incluir dentro de los temas a modificar, la modificación de normas urbanísticas para asignar condiciones al uso residencial receptor de contaminación acústica.
Ámbito Social Y Político			
Impacto esperado	Plazo (años)	Indicador verificable	Supuestos
Mejorar la calidad de vida a los residentes del suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica	10 años	Proyectos residenciales construidos con aplicación de medidas de intervención que reduce el ruido ambiental hasta niveles permitidos.	Que se adopte resolución con determinantes ambientales para ruido ambiental por CORPOCALDAS Que se adopte la modificación excepcional de norma urbanística del POT de Manizales, PBOT de Chinchiná y EOT de Supía.

Impacto esperado	Plazo (años)	Ámbito Ambiental y Político	
		Indicador verificable	Supuestos

Que los constructores implementen las normas urbanísticas de reducción de ruido ambiental exigidas en las licencias urbanísticas de los proyectos residenciales receptores de contaminación acústica.

Que se adelante el proceso y seguimiento de control urbano a la implementación de las medidas por parte de los alcaldes.

Fuente. Elaboración propia.

12 RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

12.1 ESTÁNDARES NORMATIVOS DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PARA RUIDO AMBIENTAL EN ZONAS RESIDENCIALES DE COLOMBIA

Los estándares normativos de contaminación acústica para ruido ambiental en zonas residenciales son establecidos para Colombia en la Resolución 627 de 2006 y se han clasificado así en el artículo 17: Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental día, estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental noche y Sectores y subsectores.

12.1.1 ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL DÍA PARA EL SUBSECTOR ZONAS RESIDENCIALES

En la Resolución 627 de 2006 el subsector zonas residenciales fue clasificado dentro del sector B. Tranquilidad y ruido moderado. Además, se estableció que el nivel máximo permisible de ruido ambiental durante el día es de 65dB(A).

Para efectos de aplicación de la Resolución, se establece en el artículo 2 que el horario diurno es de las 7:01 a las 21:00 horas, es decir 14 horas.

Por otra parte, al comparar el estándar para ruido ambiental con el estándar recomendado por la Organización Mundial de la salud para ruido ambiental en el documento Guías para el Ruido Urbano, se encontró que el nivel recomendado de ruido ambiental para viviendas durante el día no debe exceder 55dB(A) (p.13) y se dispone que el tiempo durante el día es de 12 a 16 horas (p.14).

Finalmente, se encontró como complementaría la guía sobre ruido urbano expedida por la OMS a la Resolución 627 de 2006 porque permite identificar la asociación del nivel de ruido ambiental y sus efectos sobre la salud humana. Al respecto, la definición de norma de ruido ambiental establece:

Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad. (MAVDT, 2006, p.14)

Para el nivel máximo permisible de ruido ambiental durante el día se identificaron efectos relacionados con: dificultad en la comprensión en la comunicación, incremento al riesgo cardiovascular, deficiencia en la audición y molestias y cambios en la conducta social.

A continuación, se puede ver una síntesis del comparativo entre estándar máximo residencial día establecido por la Resolución 627 de 2006 y la recomendación internacional de ruido ambiental residencial propuesta por la OMS en relación con los efectos sobre la salud humana.

En la Tabla 9 también se propone un código de color para ordenar de menor a mayor el nivel de los efectos, en donde Verde es para los efectos leves o indirectos, Amarillo es para los efectos intermedios y Rojo es para los efectos directos graves.

12.1.2 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental Noche para el Subsector Zonas Residenciales

En la Resolución 627 de 2006 el subsector zonas residenciales fue clasificado dentro del sector B. Tranquilidad y ruido moderado. Además, se estableció que el nivel máximo permisible de ruido ambiental durante la noche es de 55dB(A).

Para efectos de aplicación de la Resolución, se establece en el Artículo 2 que el horario diurno es de las 21:00 a las 7:00 horas, es decir 10 horas.

del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad. (MAVDT, 2006, p.14)

Para el nivel máximo permisible de ruido ambiental durante la noche se identificaron efectos relacionados con: trastorno del sueño, pérdida de la audición, incremento de riesgo cardiovascular y molestias y cambios en la conducta social. Cabe aclarar que el efecto de conducta social para la noche se cambió en 5 decibeles respecto al efecto día teniendo en cuenta que en la misma guía de ruido ambiental la OMS afirma que:

Durante el día, pocas personas se sienten altamente perturbadas por niveles de LAeq por debajo de 55 dB(A), y pocas se sienten moderadamente perturbadas con niveles de LAeq por debajo de 50 dB(A). Los niveles de sonido durante la tarde y la noche deben ser 5 a 10 dB menos que durante el día. (OMS, 1999, p.12)

A continuación, se puede ver una síntesis del comparativo entre estándar máximo residencial noche establecido por la Resolución 627 de 2006 y la recomendación de ruido ambiental residencial propuesta por la OMS en relación con los efectos sobre la salud humana.

En la tabla 10 también se propone un código de color para ordenar de menor a mayor el nivel de los efectos, en donde Verde es para los efectos leves o indirectos, Amarillo es para los efectos intermedios y Rojo es para los efectos directos graves.

TABLA 10 ESTÁNDAR MÁXIMO RESIDENCIAL DE RUIDO AMBIENTAL
NOCHE

Noche: 10 horas Resolución n 627 de 2006 Estándar máximo residencial noche (dB(A))	Nivel ruido (dB(A))	Noche: 8 horas				Nivel ruido (dB(A))	
		OMS	Efectos sobre la salud humana OMS				
		Estándar máximo residencial noche (dB(A))	Sueño	Conducta social	Cardiovascula r		Audición
50	0-30					0-30	
	30-35	45					30-35
	35-40		Pérdida de calidad				35-40
	40-45						40-45
	45-50		Perturbación	Molestia moderada			45-50
	50-55						50-55
	55-60						55-60
	60-65			Molestia alta			60-65
	65-70						65-70
	70-75		Trastorno		Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		70-75
	75-80					Deficiencia	75-80
	80-110				Aumenta actitud agresiva*		80-110
110-140						110-140	

Nota. Elaboración propia a partir de Resolución 627 de 2006 MAVDT y OMS de 1999

12.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MANIZALES (SECTOR SAN MARCEL)

El área de estudio tiene 94,1 Has de suelo y su delimitación corresponde con los siguientes límites: Al sur con la vía Panamericana, al oriente con el conjunto residencial Cerros de la Alhambra, al occidente con la Clínica San Marcel y al noroccidente con vía rural que comunica el sector de San Marcel con el sector Cerro de Oro.

De conformidad con el Acuerdo 0958 de 2017, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales para el periodo 2017-2031, se delimita en el plano PM-03 delimitación polígono San Marcel en Manizales el área de estudio de San

Marcel, en donde se puede ver que 44,5 ha están clasificadas en suelo urbano y 51,3 has en suelo rural.

Respecto a los usos actuales, se concluye que existe una mínima ocupación al interior del área de estudio con usos residenciales, institucional educativo e industriales. Adicionalmente en su entorno inmediato se encuentra que el uso predominante al oriente es residencial (tipología de casas aisladas), al sur es industria de alto impacto que hace parte de la zona industrial de la ciudad, y al occidente el uso predominante es residencial (tipología viviendas pareadas) e institucional de salud de cobertura urbana y departamental.

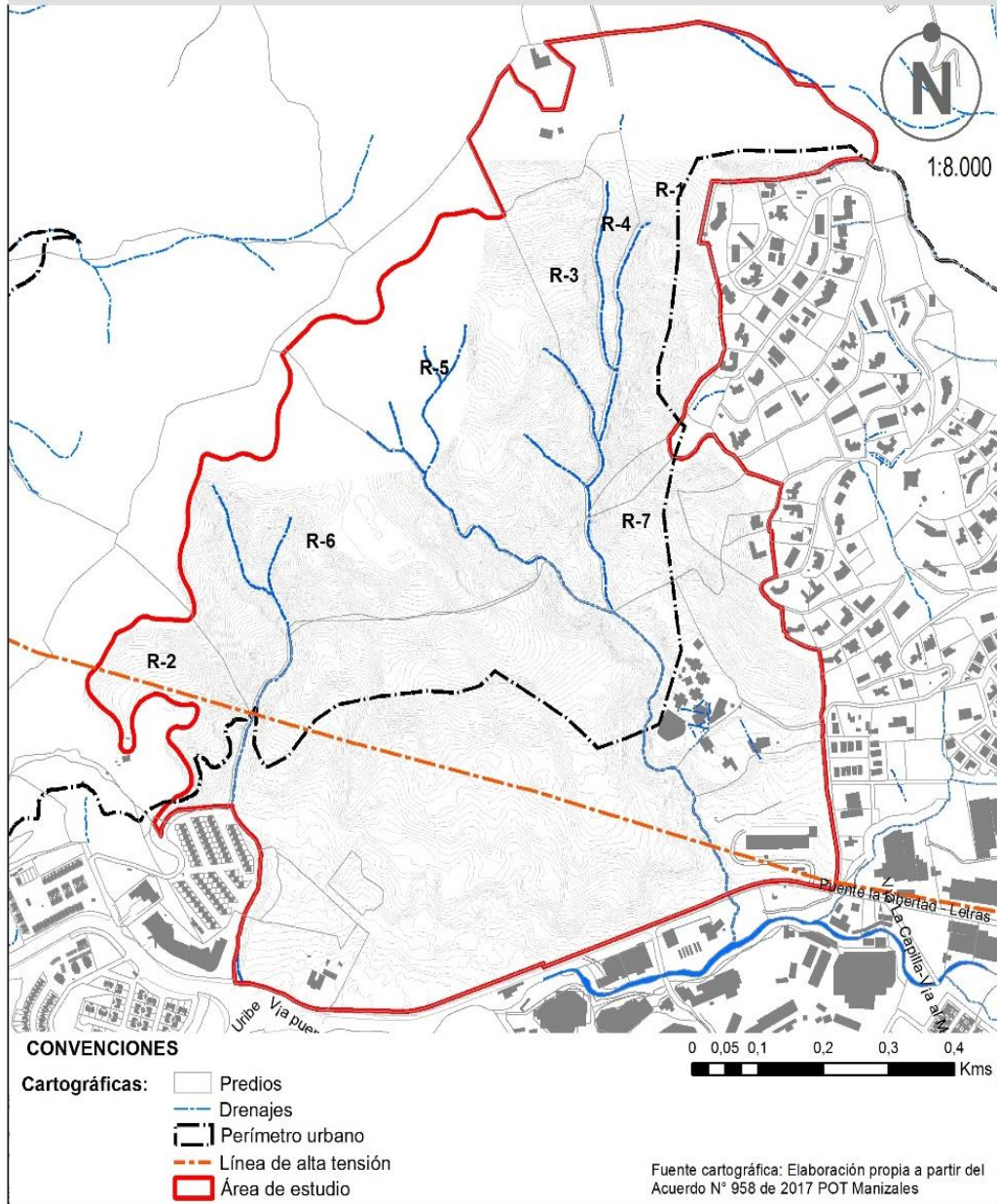
FIGURA 13 PLANO PM-03 DELIMITACIÓN POLÍGONO SAN MARCEL EN
MANIZALES

Contiene:

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

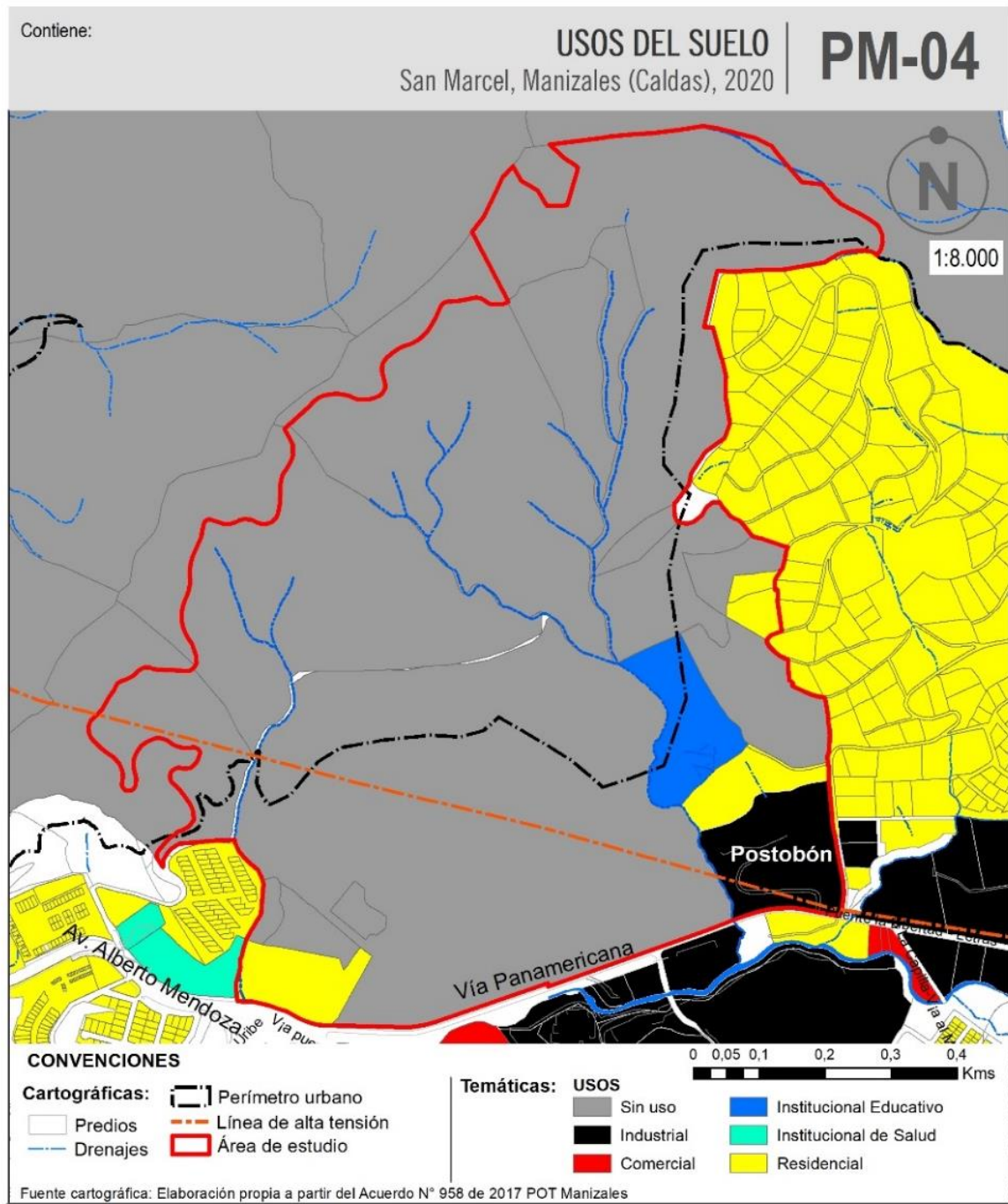
San Marcel, Manizales (Caldas), 2020

PM-03



Fuente. Elaboración propia

FIGURA 14 PLANO PM-04 USOS DEL SUELO MANIZALES

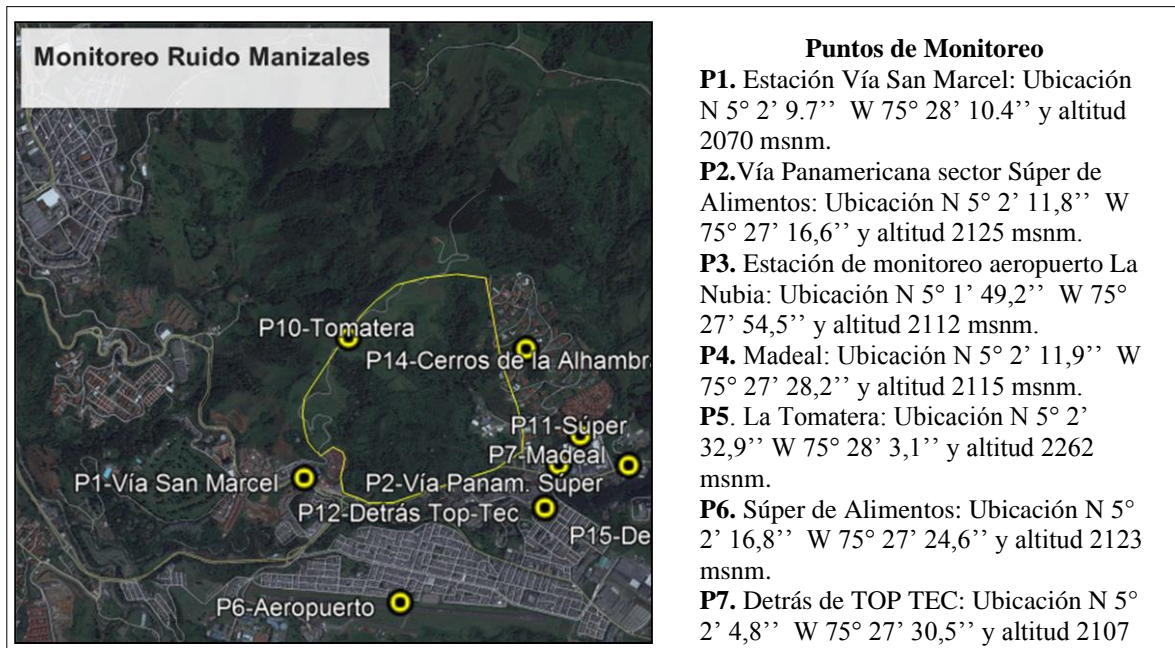


Fuente. Elaboración propia

12.2.1 Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental

Los resultados del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la Universidad Autónoma de Manizales y CORPOCALDAS fueron los que ilustran a continuación en la figura 16:

FIGURA 15 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO EN MANIZALES



Nota. Adaptado de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y Corpocaldas

El resultado del contrato N° 249 de 2017 para cada una de las estaciones de monitoreo consideradas como receptores fue simulada en el software SoundPlan en alturas que van desde el nivel 1 (ubicado a 4 metros de altura del piso) hasta el nivel 20. Cada nivel se ubicó respecto al anterior con una diferencia en altura de 3 metros. Las columnas hacen referencia a los periodos diurno (izquierda) y nocturno (derecha).

En la síntesis de resultados del contrato N° 249 de 2017, se afirma que:

El escenario más crítico se asocia al mapa base obtenido para el periodo diurno. En cuanto a las principales fuentes de emisión de ruido que tienen influencia en incrementos superiores a 50 dB sobre áreas cercanas, en la zona de San Marcel

se destaca el aporte de las fuentes vehiculares que transitan por la vía Panamericana.
(UAM, 2018, p.53).

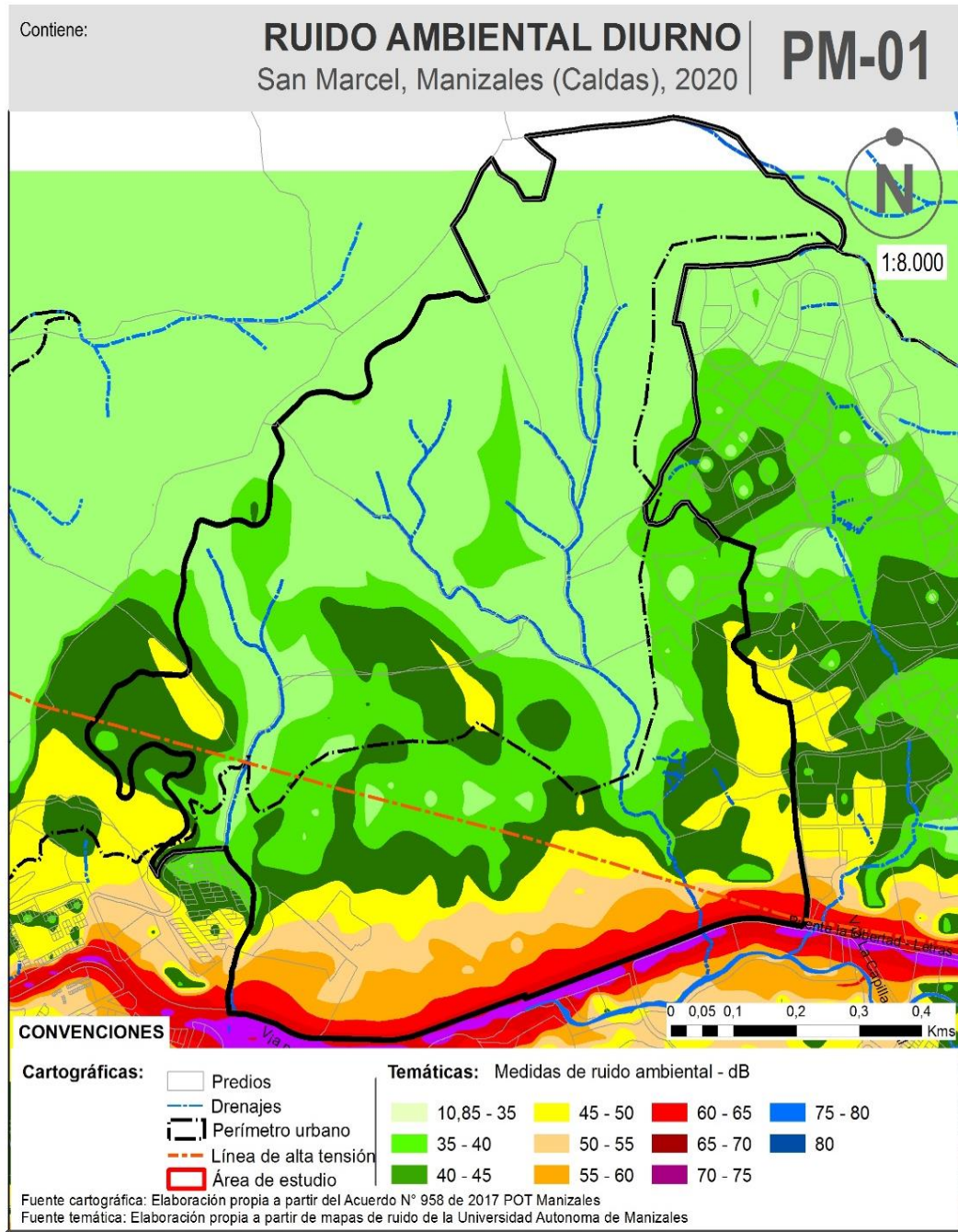
Adicionalmente, se obtuvo como resultado final los mapas de ruido ambiental diurno (Ver PM-01 Ruido diurno Manizales) y nocturno (Ver PM-02 Ruido nocturno Manizales) que se presentan a continuación.

FIGURA 16 ESTACIONES DE MONITOREO CONSIDERADAS COMO RECEPTORES SIMULADAS EN EL SOFTWARE SOUNDPLAN EN ALTURAS



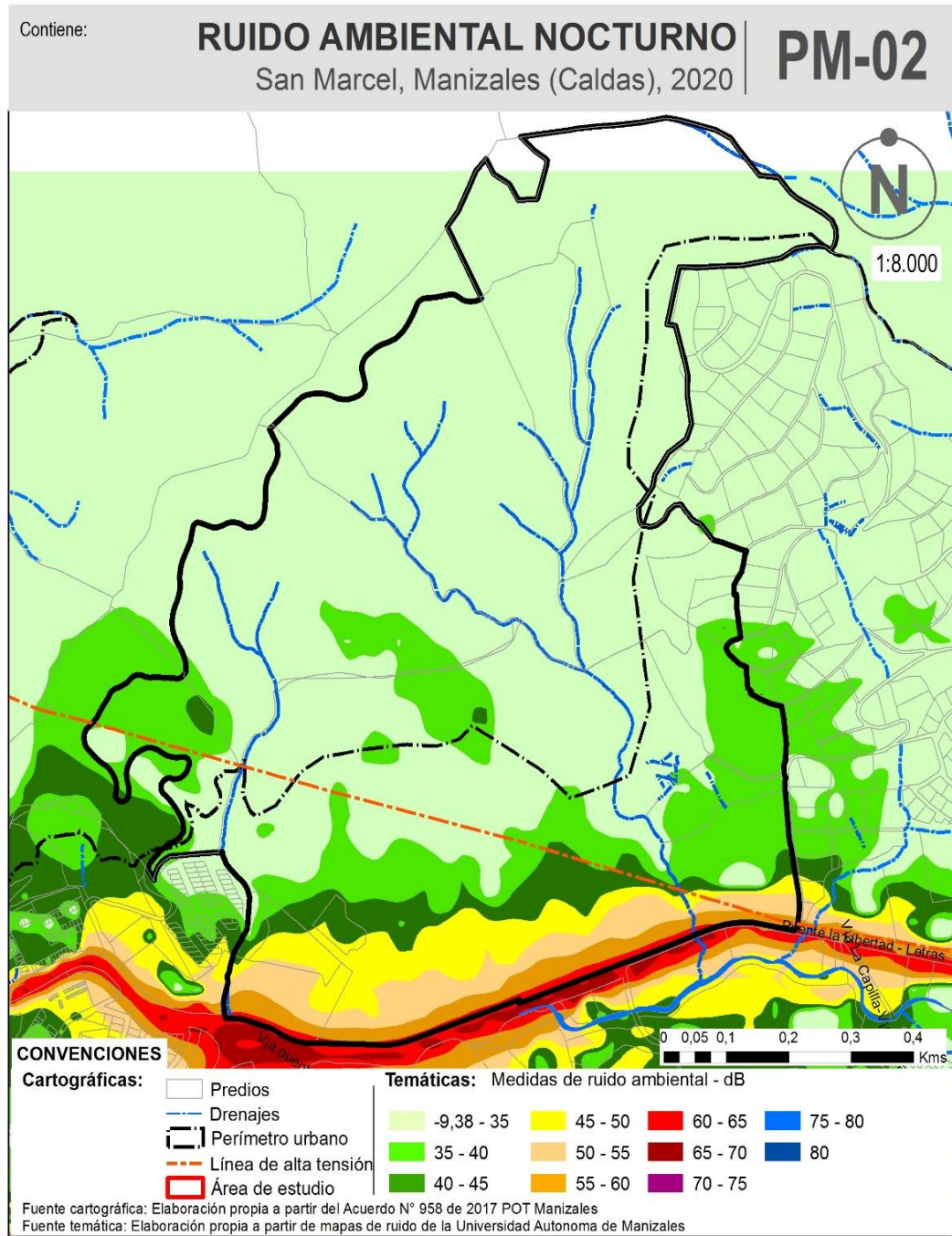
Nota. Adaptado de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre UAM y CORPOCALDAS

FIGURA 17PM-01 RUIDO DIURNO MANIZALES



Nota. Elaboración propia a partir de mapa de ruido del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

FIGURA 18PM-02 RUIDO NOCTURNO MANIZALES



Nota. Elaboración propia a partir de mapa de ruido del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS.

12.2.2 Zonificación De Suelo Urbanizable

La síntesis de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas establecidas en el plan de ordenamiento territorial de Manizales que aplican para el polígono de San Marcel es la siguiente:

Las afectaciones y restricciones urbanísticas identificadas para el polígono San Marcel, son ambientales, viales y de servicios públicos. Se representan en el plano PM-05 afectaciones y restricciones urbanísticas Manizales.

Afectaciones y restricciones urbanísticas por variables ambientales:

- Reserva forestal.
- Laderas perimetrales.
- Pendiente superior a 40°.
- Riesgo por inundación: ronda de protección hídrica y nacimientos.
- Riesgo alto por deslizamiento.
- Afectaciones y restricciones urbanísticas por infraestructura vial:
- Faja de retiro por vía nacional (vía Panamericana).
- Afectaciones y restricciones urbanísticas por servicios públicos:
- Servidumbre de línea de alta tensión.

El detalle de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas detalladas se puede consultar en el Anexo 1. Identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas detalladas de los polígonos de estudio. Las afectaciones y restricciones identificadas en el polígono San Marcel suman en total 50,07 Has (500.725m²); lo que representa el 53% del área bruta del área de estudio. El suelo urbanizable del polígono San Marcel es de 44,07has (440.779m²) lo que representa el 47% del área bruta.

FIGURA 19PM-05 AFECTACIONES Y RESTRICCIONES URBANÍSTICAS
MANIZALES

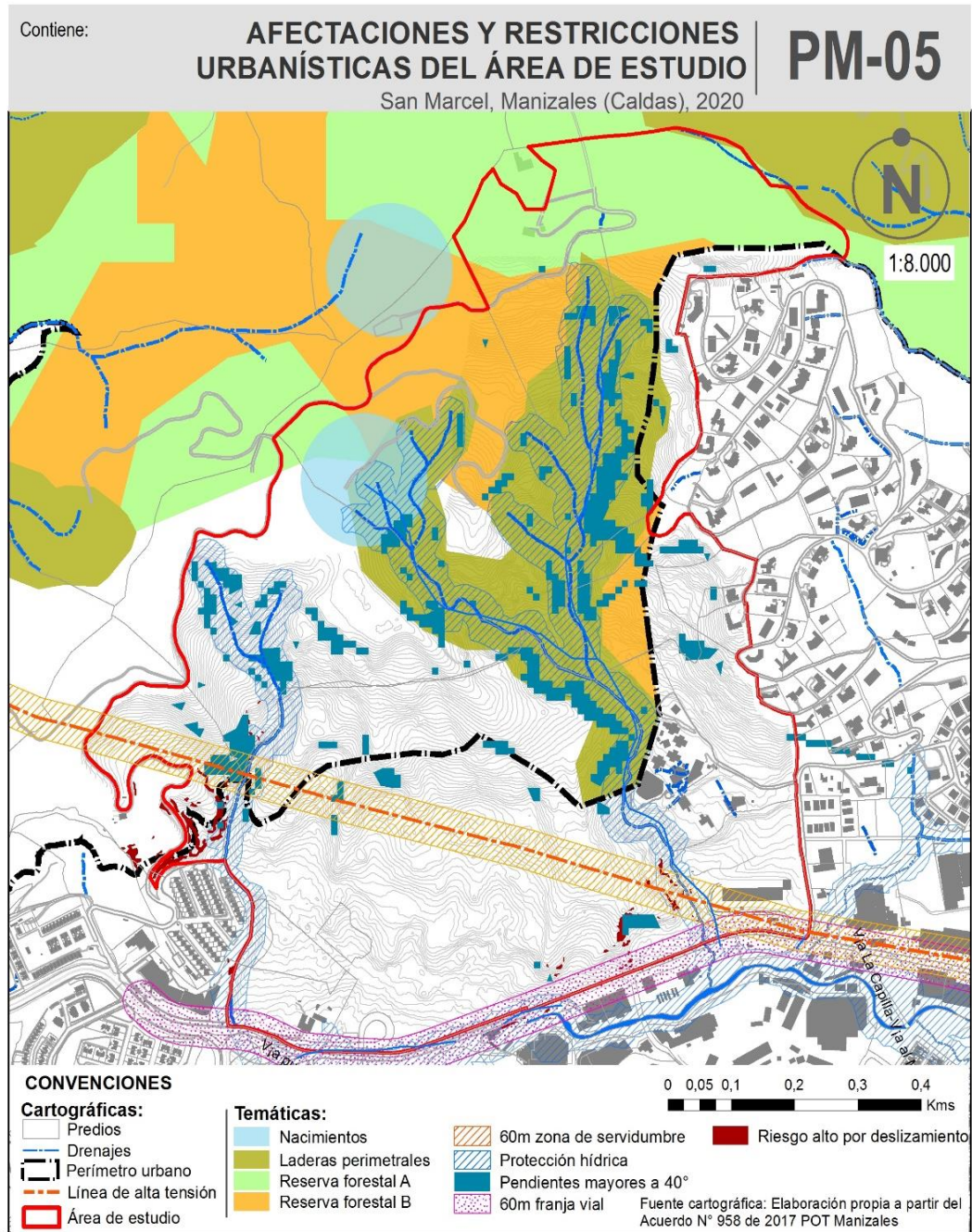
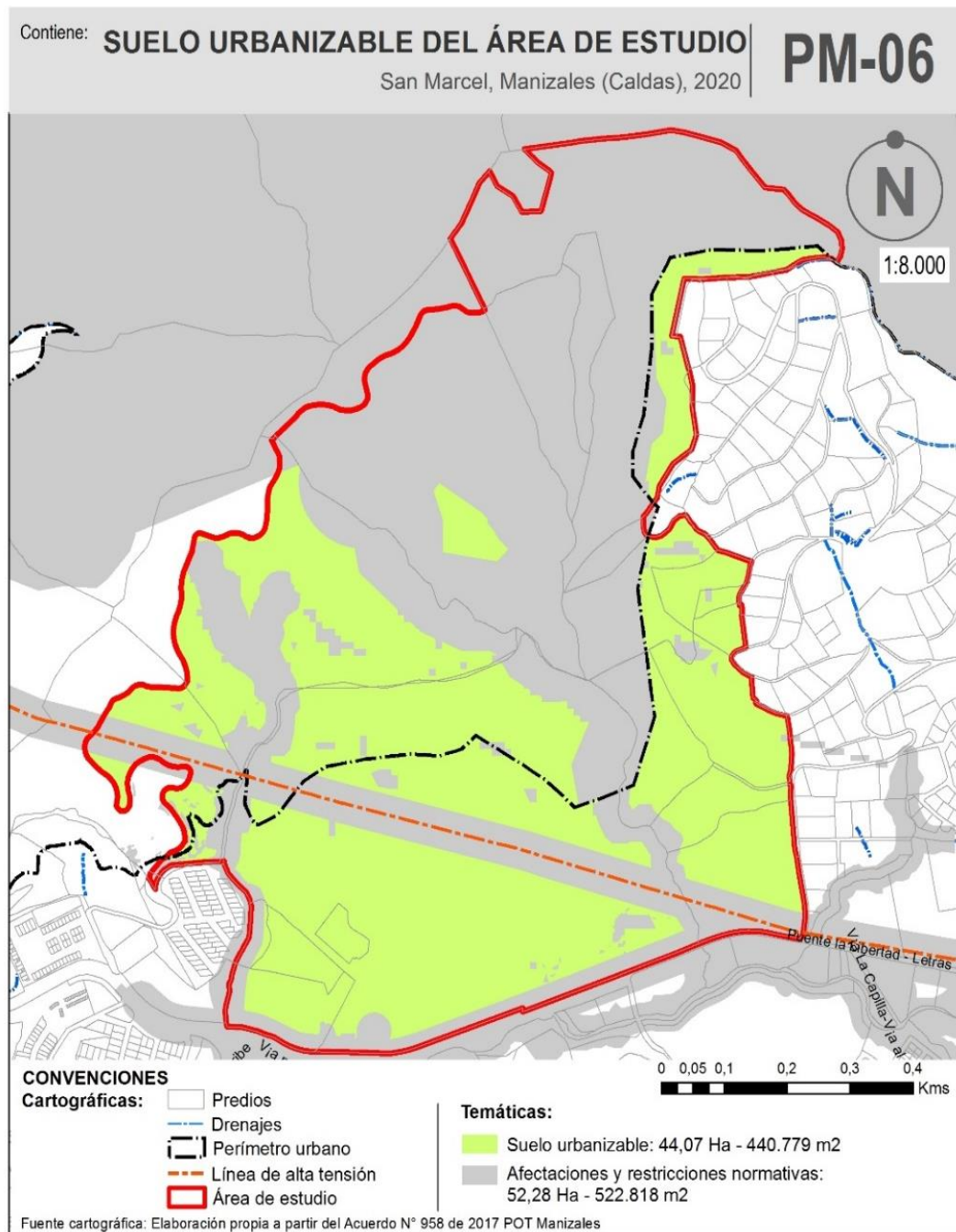


FIGURA 20PM-06 SUELO URBANIZABLE MANIZALES



12.2.3 Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica

La evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental se realiza sobre el suelo urbanizable en cuatro pasos:

Identificar y clasificar el suelo que es receptor de contaminación por ruido ambiental diurno. Se entiende por suelo receptor de contaminación por ruido ambiental a la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial día establecido por la resolución N°627 de 2006 (65 dB(A)), y a la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial día recomendado por la OMS (55 dB(A)).

Delimitar y evaluar por niveles las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno. Se entiende por evaluar a la calificación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno con los parámetros: contaminación baja, contaminación media y contaminación alta.

Para establecer la evaluación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: 1. Nivel de ruido ambiental diurno (dB(A)) adicionales a los permitidos por resolución 627 de 2006, 2. Cantidad de efectos la salud humana respecto a los identificados y 3. Impacto de los efectos sobre la salud humana (Leve, intermedio, grave).

Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno es Baja, cuando:

El nivel de ruido es de 55 a 65 dB(A), es decir que no excede el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la Resolución 627 de 2006 pero excede de 5 a 10 dB(A) la recomendación OMS.

Se pueden presentar 2 de 4 efectos identificados: Molestia alta en la conducta social y dificultad de comprensión en la comunicación oral. Los 2 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican en impacto intermedio.

La evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno es Media, cuando: El nivel de ruido es de 65 a 70 dB(A), es decir que excede en 5 dB(A) el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la resolución 627 de 2006.

Se pueden presentar 3 de 4 efectos identificados: Molestia alta en la conducta social, comunicación oral extremadamente difícil e incremento de riesgo cardiovascular por cardiopatía isquémica. Los 3 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican según el mismo orden anterior en impacto intermedio, impacto grave e impacto leve.

La evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno es Alta, cuando: El nivel de ruido es de 70 a 80 dB(A), es decir que excede desde 10 hasta 15 dB(A) el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la resolución 627 de 2006.

Se pueden presentar 4 de 4 efectos identificados: Molestia alta en la conducta social, comunicación oral extremadamente difícil, incremento de riesgo cardiovascular por cardiopatía isquémica y deficiencia auditiva. Los 4 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican según el mismo orden anterior en impacto intermedio, impacto grave, impacto leve e impacto grave.

TABLA 11 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO

Efectos sobre la salud humana (OMS)			Ruido ambiental diurno	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno				
Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana	dB(A)	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res.627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				0-55		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Molestia alta			Dificultad de comprensión en comunicación oral	55-60	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				60-65		0 dB(A) adicionales, pero excede en 10 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		Comunicación extrem. difícil	65-70	Media	5 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 identificados	1 bajo, 1 medio, 1 alto
Molestia alta		Deficiencia		70-75	Alta	10 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 bajo, 1 medio, 2 alto

Molestia alta			75-80		15 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 bajo, 1 medio, 2 alto
---------------	--	--	-------	--	----------------------	------------------------------	-------------------------

Identificar y clasificar el suelo que es receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno. Se entiende por suelo receptor de contaminación por ruido ambiental a la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial noche establecido por la Resolución 627 de 2006 (50 dB(A)), y a la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial noche recomendado por la OMS (45 dB(A)).

Delimitar y evaluar por niveles las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno. Se entiende por evaluar a la calificación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno con los parámetros: contaminación baja, contaminación media y contaminación alta.

Para establecer la evaluación se tuvieron en cuenta los siguiente criterios: 1. Nivel de ruido ambiental nocturno (dB(A)) adicionales a los permitidos por resolución 627 de 2006, 2. Cantidad de efectos la salud humana respecto a los identificados y 3. Impacto de los efectos sobre la salud humana (Leve, intermedio, grave).

Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno es Baja, cuando:

- El nivel de ruido es de 45 a 50 dB(A), es decir, que no excede el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la resolución 627 de 2006 pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS.
- Se pueden presentar 2 de 4 efectos identificados: Molestia moderada en la conducta social y perturbación del sueño.

Los 2 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican según el mismo orden anterior en impacto leve e impacto intermedio. La evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno es Media, cuando:

- El nivel de ruido es de 50 a 55 dB(A), es decir que excede en 5 dB(A) el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la resolución 627 de 2006.
- Se pueden presentar 2 de 4 efectos identificados: Molestia alta en la conducta social y perturbación del sueño.

- Los 2 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican en impacto intermedio.
- La evaluación de las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno es Alta, cuando:
 - El nivel de ruido es de 55 a 80 dB(A), es decir que excede desde 10 hasta 30 dB(A) el nivel máximo de ruido ambiental permitido por la resolución 627 de 2006.
 - Se pueden presentar de 55 a 65 dB(A) 2 de 4 efectos identificados: Molestia alta y perturbación del sueño. Se pueden presentar de 65 a 70 dB(A) 3 de 4 efectos identificados: Molestia alta, perturbación del sueño e incremento de riesgo cardiovascular por cardiopatía isquémica. Se pueden presentar de 70 a 80 dB(A) 4 de 4 efectos identificados: Molestia alta, perturbación del sueño, incremento de riesgo cardiovascular por cardiopatía isquémica y deficiencia auditiva.
- Los 4 efectos que se pueden presentar sobre la salud humana se clasifican según el mismo orden anterior en impacto intermedio, impacto grave, impacto leve e impacto grave.

Resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno en polígono de estudio San Marcel:

El suelo total con contaminación por ruido ambiental diurno es 4,4 has, es decir el 9,9% del total de suelo urbanizable (44,07 Has).

Las 4,4 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental diurno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 55 a 65 dB(A), es decir que, aunque no excede el estándar máximo residencial (65 dB(A)) establecido en la resolución N°627 de 2006, también es preciso afirmar que no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (55 dB(A)).

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 55 a 65 dB(A), la superficie es de 4,3 has de suelo que corresponden al 9,9% del suelo urbanizable.

TABLA 12 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO

Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental nocturno	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno			
Sueño	Conducta social	Cardiovascular	Audición	dB(A)	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Nivel de los efectos (OMS)
				6,06-45		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Perturbación	Molestia moderada			45-50	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 0 grave
Perturbación	Molestia alta			50-55	Mediana	5 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 identificados	0 leve, 2 intermedios, 0 grave
Trastorno	Molestia alta			55-60	Alta	10 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			60-65	Alta	15 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			65-70	Alta	20 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)	Deficiencia	70-75	Alta	25 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	75-80	Alta	30 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves

TABLA 13 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR
RUIDO AMBIENTAL DIURNO MANIZALES

Ruido Ambiental diurno San Marcel			
Variables	Ruido ambiental diurno	Suelo urbanizable (Área neta)	
	dB(A)	M²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	0-55	396.942	90%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (Estándar OMS)	55-65	43.837	9,9%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (Estándar Resolución 627 de 2006)	65-80	-	0%
Totales (m ²)		440.779	100%

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PM-07 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno Manizales, en donde se encontró que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía Panamericana, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

FIGURA 21PM-07 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO MANIZALES

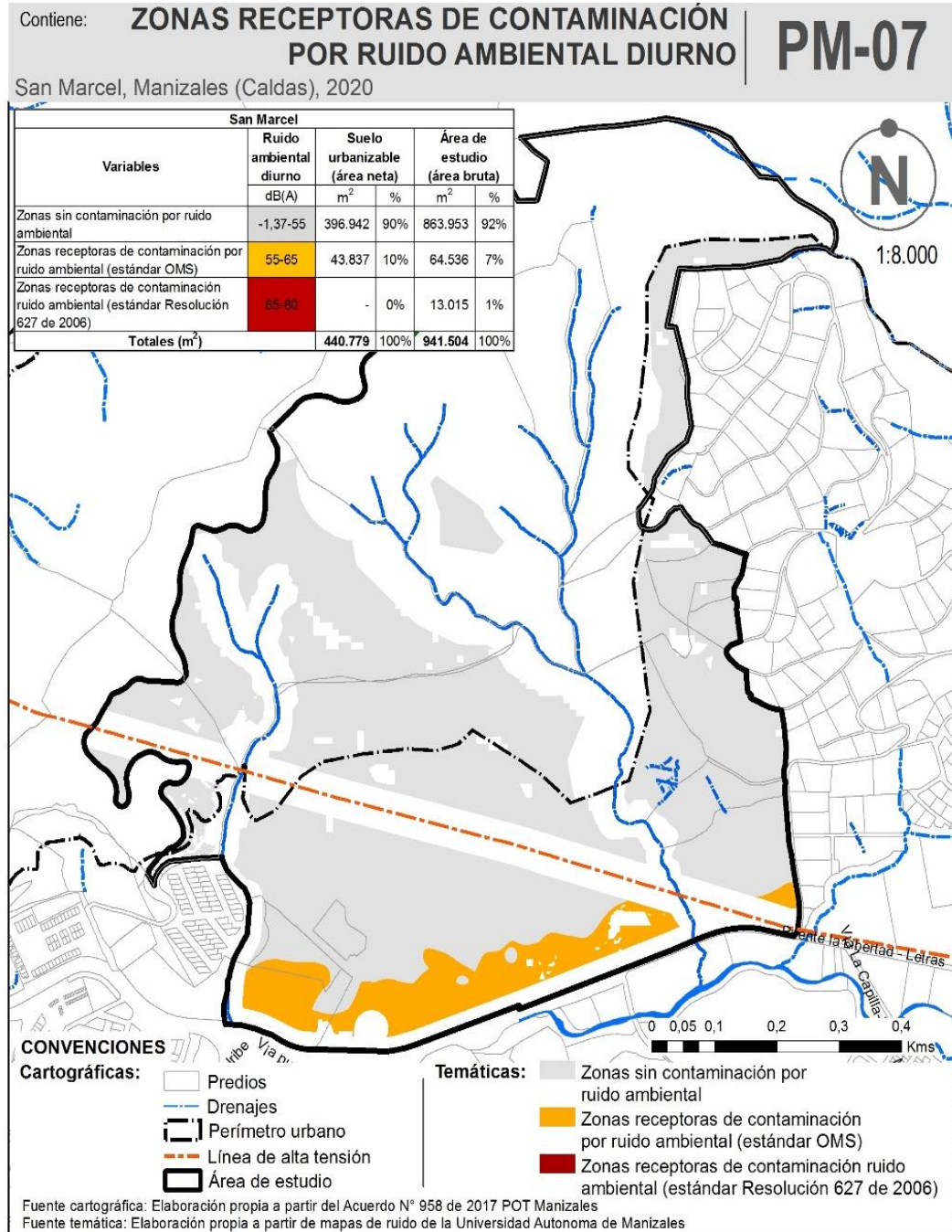
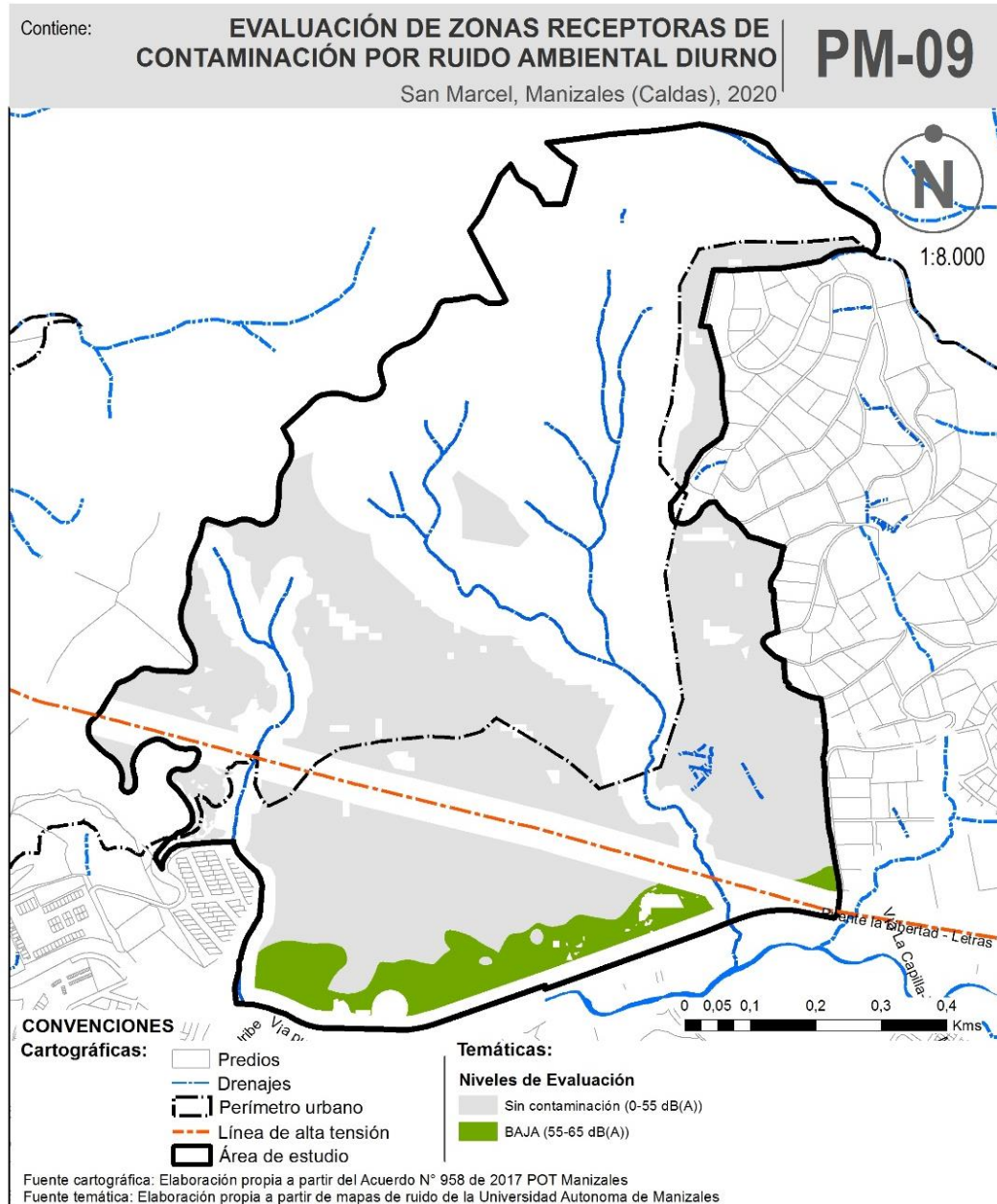


TABLA 14 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL
DIURNO LOCALIZADA EN SUELO URBANIZABLE MANIZALES

Manizales										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental diurno	Suelo urbanizable (Área neta)	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno				
Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana	dB(A)	M ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				0-55	396.942	90,1%		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Molestia alta			Dificultad de comprensión en comunicación oral	55-60	33.221	7,5%	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta			60-65	10.616	2,4%	0 dB(A) adicionales, pero excede en 10 dB(A) la recomendación OMS		2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves	
Molestia alta Molestia alta Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)	Deficiencia	Comunicación extremadamente difícil	65-70 70-75 75-80						
				Total (m ²)	440.779	100%				

La evaluación de las 4,4 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental diurno en el polígono San Marcel según los criterios establecidos en el numeral 2 del ítem 11.2.3 de este documento, es la siguiente: Contaminación baja: Se identificó en 4,4 has que representan el 9,9% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 55 hasta 65 dB(A).

FIGURA 22PM-09 EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL



La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PM-09 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno Manizales, en

donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía Panamericana es baja.

Los resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno en polígono de estudio San Marcel, son:

El suelo total con contaminación por ruido ambiental nocturno es 7,1 has, es decir el 16,2% del total de suelo urbanizable (44,07 Has).

Las 7,1 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental nocturno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 45 a 60 dB(A). Es decir que el rango de 45 a 50 dB(A) no excede el estándar máximo residencial (50 dB(A)) establecido en la resolución N°627 de 2006, pero no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (45 dB(A)) y, además, el rango de 50 a 60 dB(A) si excede la Resolución 627 de 2006 hasta en 10 dB(A).

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 45 a 50 dB(A), la superficie es de 3,8 has de suelo que corresponden al 8,8% del suelo urbanizable.

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS y tampoco con el estándar de la Resolución 627 de 2006 tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 50 a 60 dB(A), la superficie es de 3,2has de suelo que corresponden al 7,4% del suelo urbanizable.

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el Plano PM-08 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno Manizales (Figura 23), en donde se encontró que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía Panamericana, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial

TABLA 15 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR
RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO MANIZALES

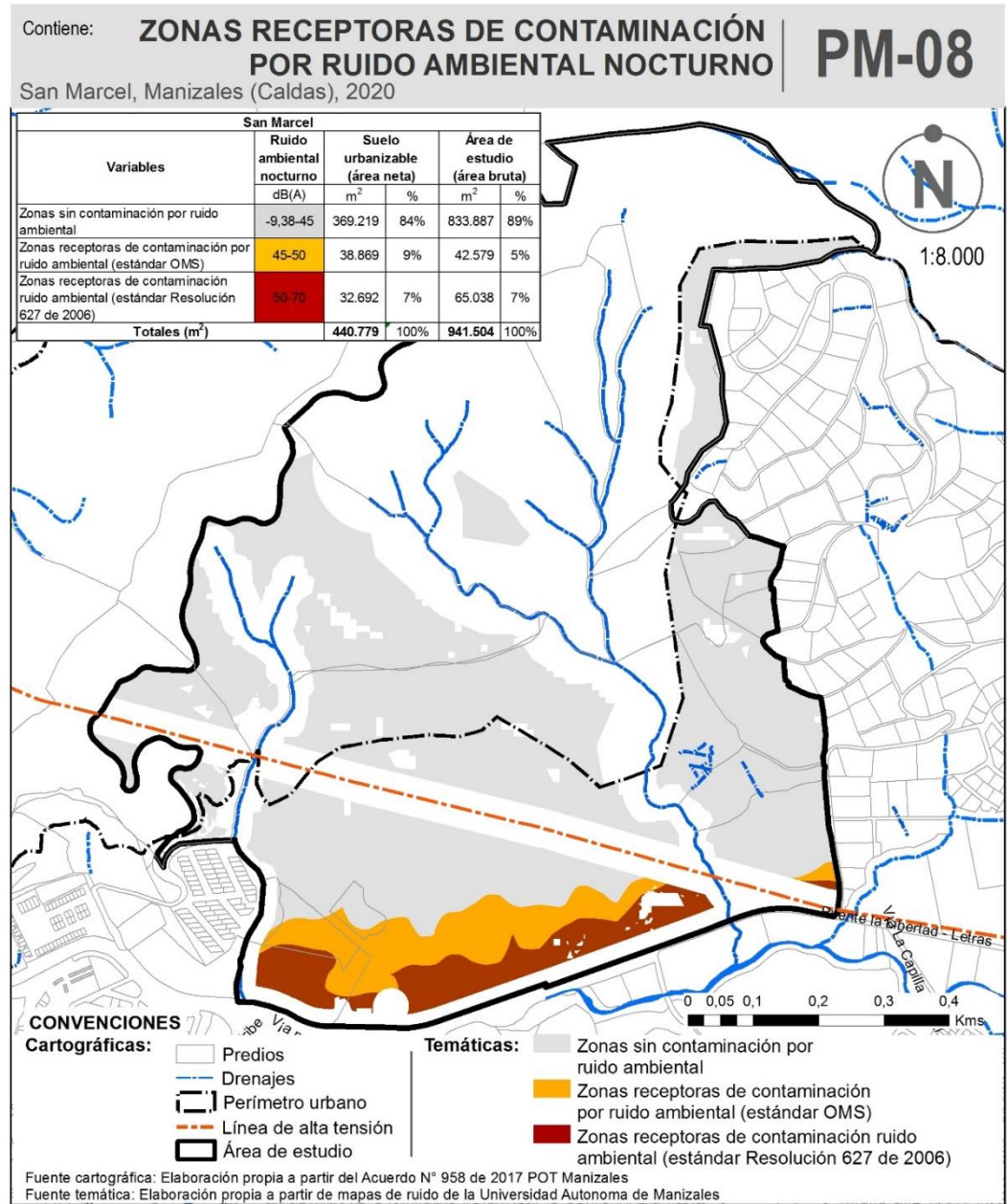
Ruido Ambiental Nocturno San Marcel			
Variables	Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (Área neta)	
	dB(A)	m ²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	0-45	369.219	84%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (Estándar OMS)	45-50	38.869	9%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (Estándar Resolución 627 de 2006)	50-60	32.692	7%
Totales (m ²)		440.779	100%

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de las 7,1 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno en el polígono San Marcel según los criterios establecidos es la siguiente:

- Contaminación baja: Se identificó en 3,9 has que representan el 8,8% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 45 hasta 50 dB(A).
- Contaminación media: Se identificó en 2,6 has que representan el 5,9% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 50 hasta 55 dB(A).
- Contaminación alta: Se identificó en 0,7 has que representan el 1,5% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 55 hasta 60 dB(A).

FIGURA 23PM-08 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO MANIZALES



La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PM-10 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno Manizales,

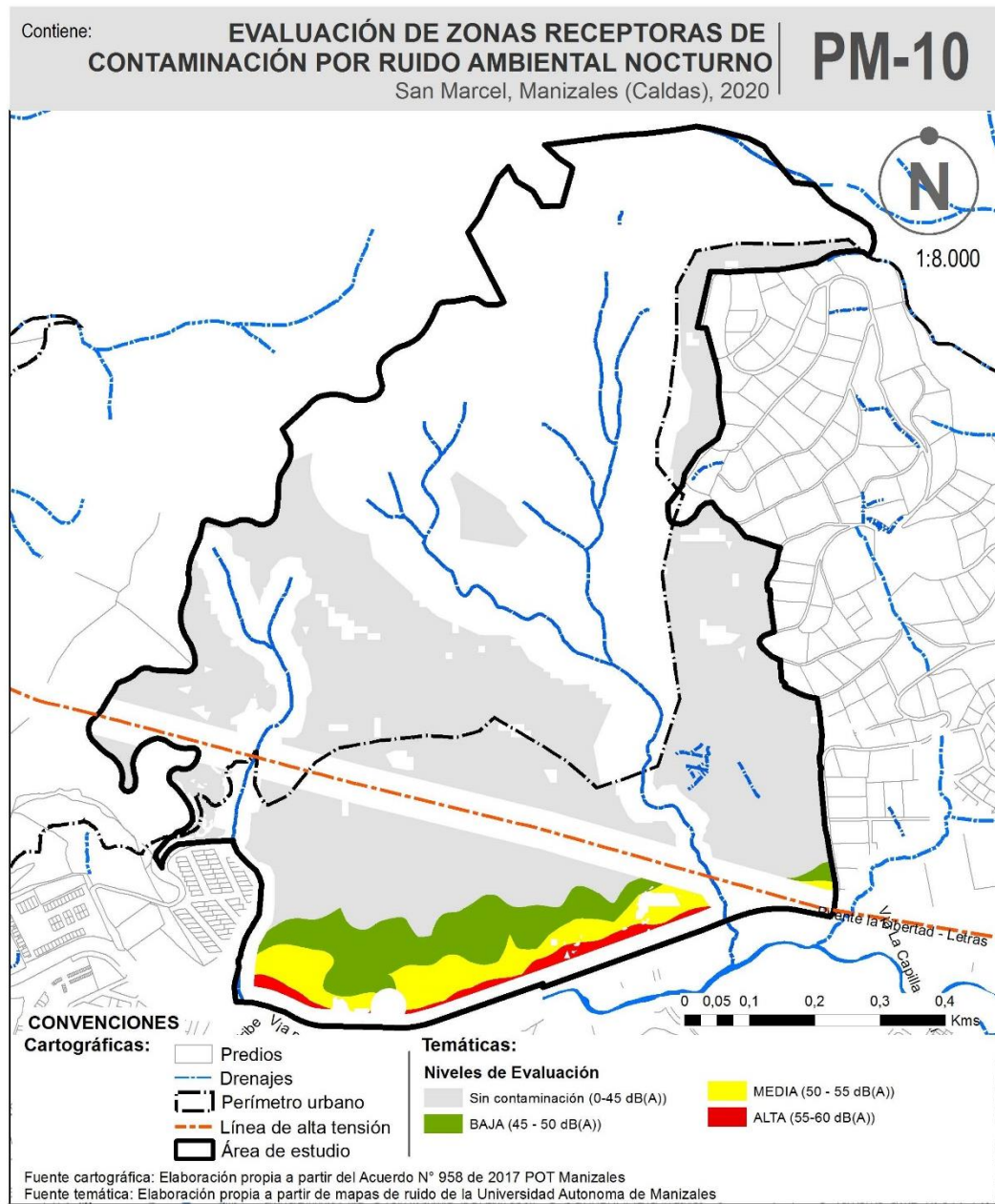
en donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía Panamericana es alta, media y baja.

**TABLA 16 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL
NOCTURNO LOCALIZADA EN SUELO URBANIZABLE MANIZALES**

Manizales										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (Área neta)	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno				
Sueño	Conducta social	Cardiovascular	Audición	dB(A)	M ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Nivel de los efectos (OMS)
				9-45	369.219	83,8%		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Perturbación	Molestia moderada			45-50	38.869	8,8%	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 0 grave
Perturbación	Molestia alta			50-55	26.114	5,9%	Media	5 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 identificados	0 leve, 2 intermedios, 0 grave
Trastorno	Molestia alta			55-60	6.579	1,5%	Alta	10 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			60-65						
Trastorno	Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		65-70						
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	70-75						
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	75-80						
				Total	440.779	10,0%				
				(m ²)						

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 24PM-10 EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO



12.3 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MUNICIPIO DE CHINCHINÁ

El área de estudio tiene 35,7 Ha de suelo y su delimitación corresponde con los siguientes límites: Al sur con la avenida Uriel Gutiérrez, al oriente con el límite predial de la fábrica Alpina, al occidente y norte con la Troncal del Eje Cafetero (Vía nacional).

De conformidad con el Acuerdo 030 de 1999, por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Chinchiná, el área de estudio se clasifica una parte en suelo urbano (4,1 Ha) y el resto de suelo en suelo de expansión (30,9 Ha), cuya delimitación se puede ver en el Plano PC-03 delimitación polígono de estudio en Chinchiná

El suelo urbano en el que se localiza el área de estudio está delimitado en el Artículo 36 del PBOT y el suelo de expansión “La Troncal” tiene determinada su vocación de uso residencial, comercial y de servicios en el Artículo 42 y está delimitado en el artículo 43. La clasificación del suelo que aplica para el área de estudio es denominada en el Acuerdo 030 de 1999 - PBOT de Chinchiná, como Zona de expansión de la Troncal, sujeta en su desarrollo a la formulación de un plan parcial.

Respecto a los usos actuales, se concluye que existe una mínima ocupación al interior del área de estudio con usos residenciales e institucional educativo. Adicionalmente en su entorno inmediato se encuentra que el uso predominante al oriente es industrial alto impacto que hace parte de la zona industrial de la ciudad (Alpina y Armetales), al sur el uso predominante es residencial seguido del uso industrial en el sur oriente con la fábrica de Buencafé Liofilizado y al norte y occidente el uso predominante es agrícola.

FIGURA 25 PLANO PC-03 DELIMITACIÓN POLÍGONO DE ESTUDIO EN CHINCHINÁ

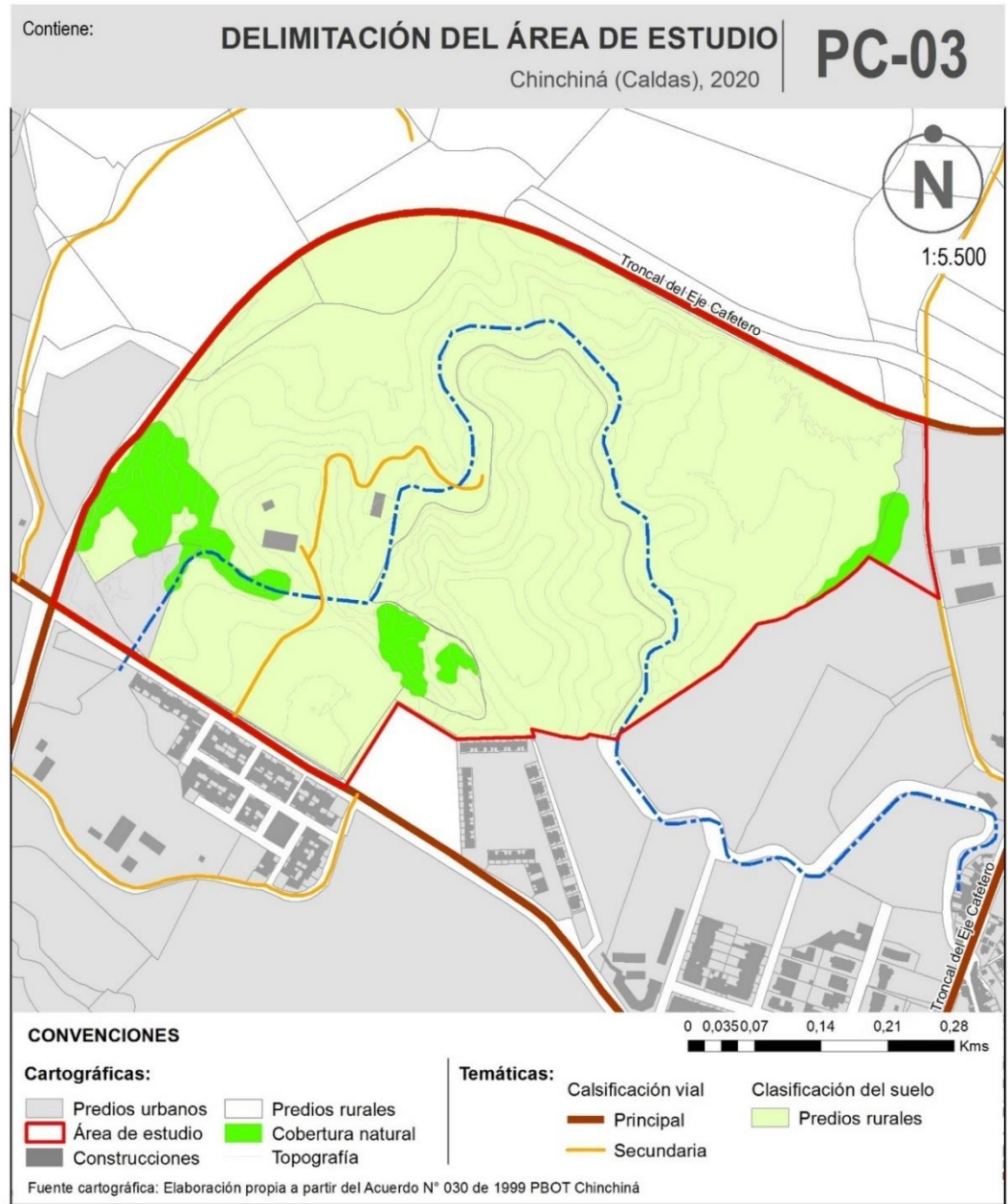
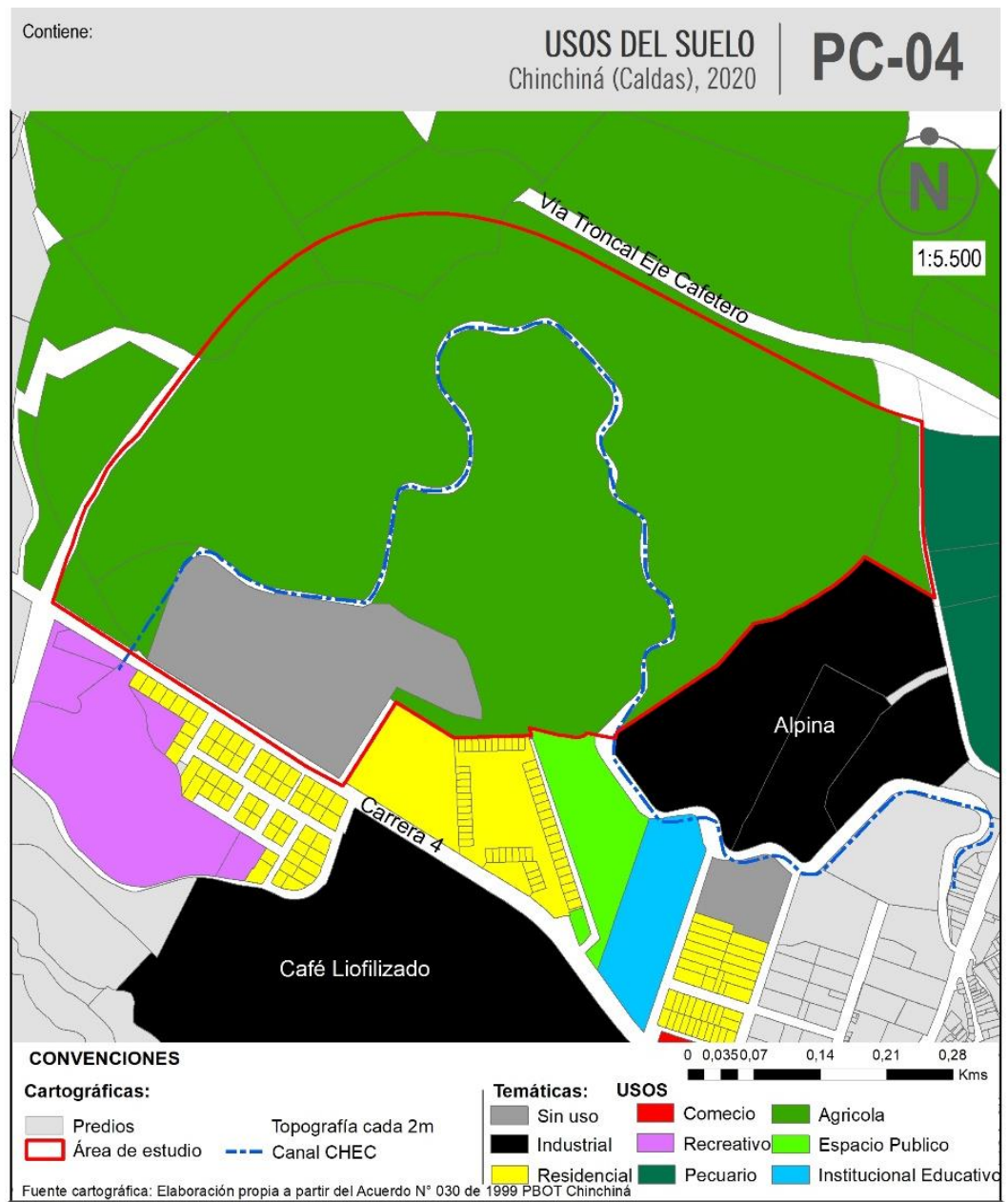


FIGURA 26 PLANO PC-04 USOS DEL SUELO CHINCHINÁ

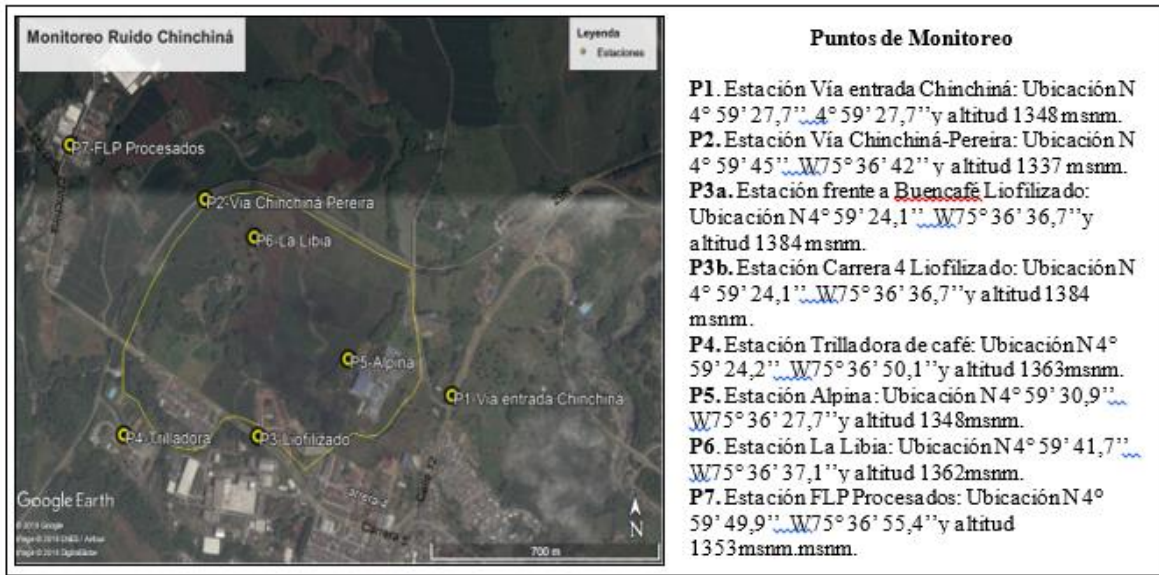


12.3.1 Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental De Polígono En Chinchiná

Los resultados del contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la Universidad Autónoma de Manizales y CORPOCALDAS, fueron los siguientes:

En el área de estudio y su área de influencia se ubicaron 8 estaciones para el monitoreo de ruido con localización ilustrada en la figura 27.

FIGURA 27 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO EN CHINCHINÁ



Nota. Adaptado de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

El resultado del Contrato N° 249 de 2017 para cada una de las estaciones de monitoreo consideradas como receptores fue simulada en el software SoundPlan en alturas que van desde el nivel 1 (Ubicado a 4 metros de altura del piso) hasta el nivel 20. Cada nivel se ubicó respecto al anterior con una diferencia en altura de 3 metros. Las columnas hacen referencia a los periodos diurno (Izquierda) y nocturno (Derecha).

En la síntesis de resultados del contrato N° 249 de 2017, se afirma que:

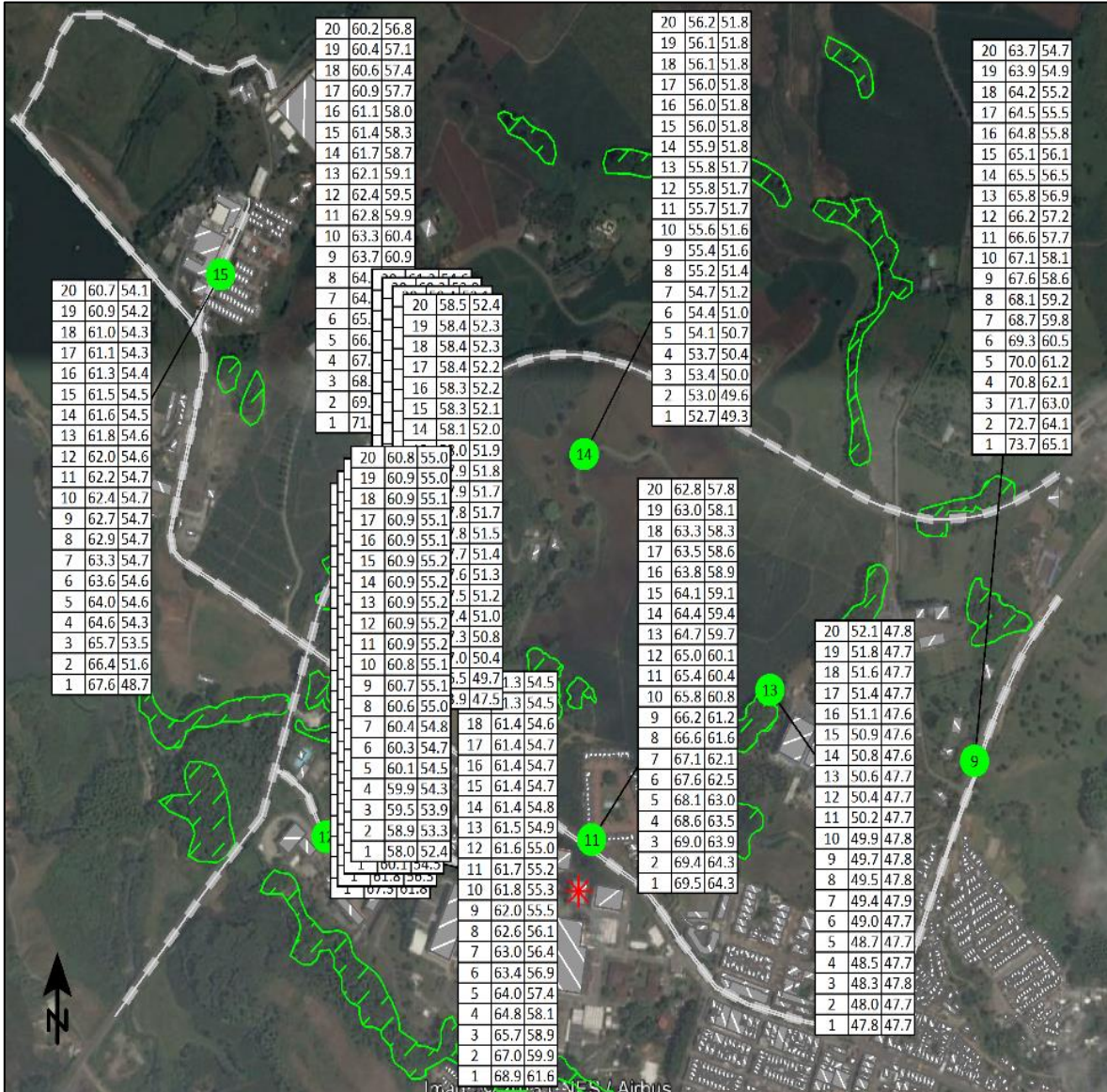
En cuanto a las principales fuentes de emisión de ruido que tienen influencia en incrementos superiores a 50 dB sobre áreas cercanas, se destaca el aporte de las

fuentes vehiculares. Principalmente se destaca el aporte de ruido asociado al tráfico que transita por la vía a Pereira, teniendo en cuenta que esta vía cubre una frontera importante del área objeto de estudio. Otra de las vías con importancia en la generación de ruido es la vía a Palestina, donde, a pesar de tener una influencia adicional de fuentes estacionarias como la empresa Buencafé Liofilizado, los resultados muestran cómo existe un aporte predominante del flujo vehicular que transita por dicha vía. (UAM, 2018, p.45).

Las motos representan el vehículo de mayor circulación en las vías caracterizadas. Es considerable el flujo de vehículos pesados en las vías principales del área de influencia, que se traduce en mayores niveles de ruido ambiental. (UAM, 2018, p.35).

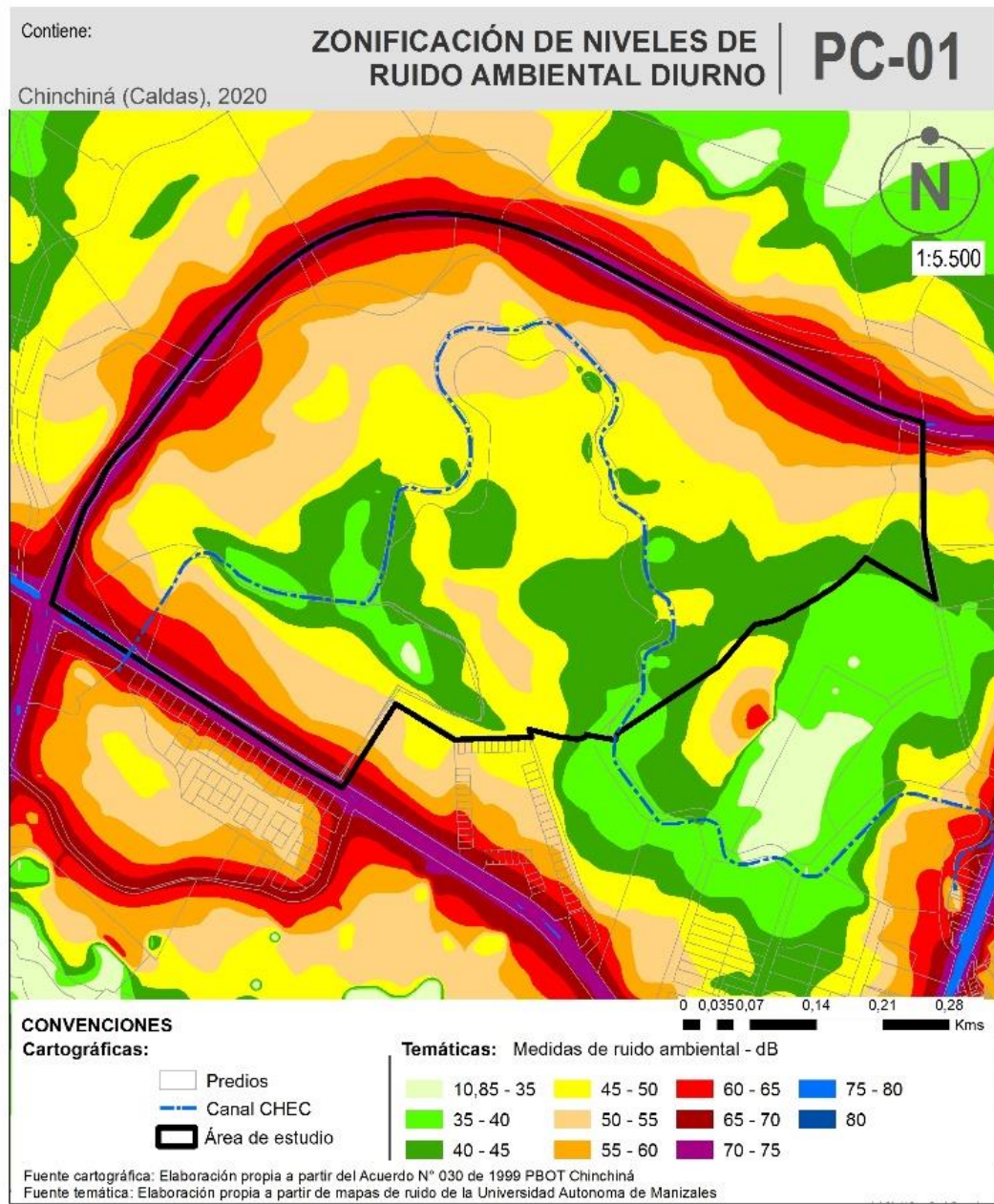
Adicionalmente, se obtuvo como resultado final los mapas de ruido ambiental diurno ilustrado en la Figura 29 (Ver plano PC-01 Ruido diurno Chinchiná) y nocturno en la Figura 30 (Ver plano PC-02 Ruido nocturno Chinchiná).

FIGURA 28 ESTACIONES DE MONITOREO CONSIDERADAS COMO RECEPTORES SIMULADAS EN EL SOFTWARE



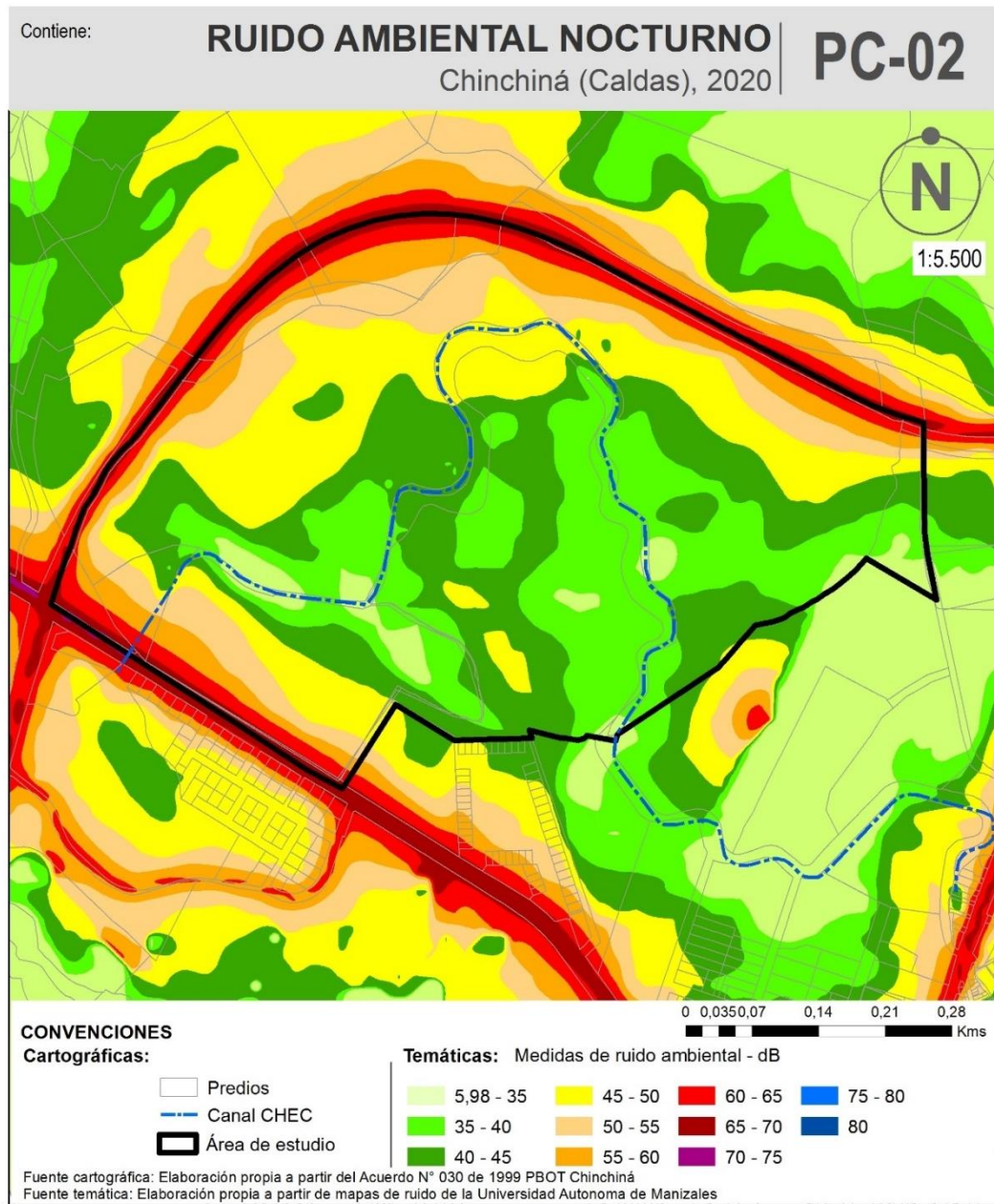
Nota. Adaptado de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la Universidad Autónoma de Manizales y CORPOCALDAS

FIGURA 29PC-01 RUIDO DIURNO CHINCHINÁ



Nota. Elaboración propia a partir de mapa de ruido del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

FIGURA 30PC-02 RUIDO NOCTURNO CHINCHINÁ



Nota. Elaboración propia a partir de mapa de ruido del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

12.3.2 Zonificación De Suelo Urbanizable De Polígono De Estudio En Chinchiná

La síntesis de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas establecidas en el plan de básico de ordenamiento territorial de Chinchiná que aplican para el polígono de San Marcel es la siguiente:

Las afectaciones y restricciones urbanísticas identificadas para el polígono de estudio son ambientales y viales. Se representan en el plano PC-05 afectaciones y restricciones urbanísticas del polígono de estudio Sector liofilizado en Chinchiná.

Las afectaciones y restricciones urbanísticas por variables ambientales son:

- Zona forestal protectora,
- Pendiente superior a 45°.
- Retiro del canal de la CHEC.

Las afectaciones y restricciones urbanísticas por infraestructura vial se dan como faja de retiro por vía nacional (vía Troncal del eje cafetero).

El detalle de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas se puede consultar en el Anexo 1. Identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas detalladas de los polígonos de estudio.

Las afectaciones y restricciones identificadas en el polígono de estudio en Chinchiná suman en total 4,7 Has (46.892m²); lo que representa el 13% del área bruta del área de estudio.

El suelo urbanizable del polígono San Marcel es de 30,98has (309.810m²) lo que representa el 87% del área bruta.

FIGURA 31PC-05 AFECTACIONES Y RESTRICCIONES URBANÍSTICAS
CHINCHINÁ

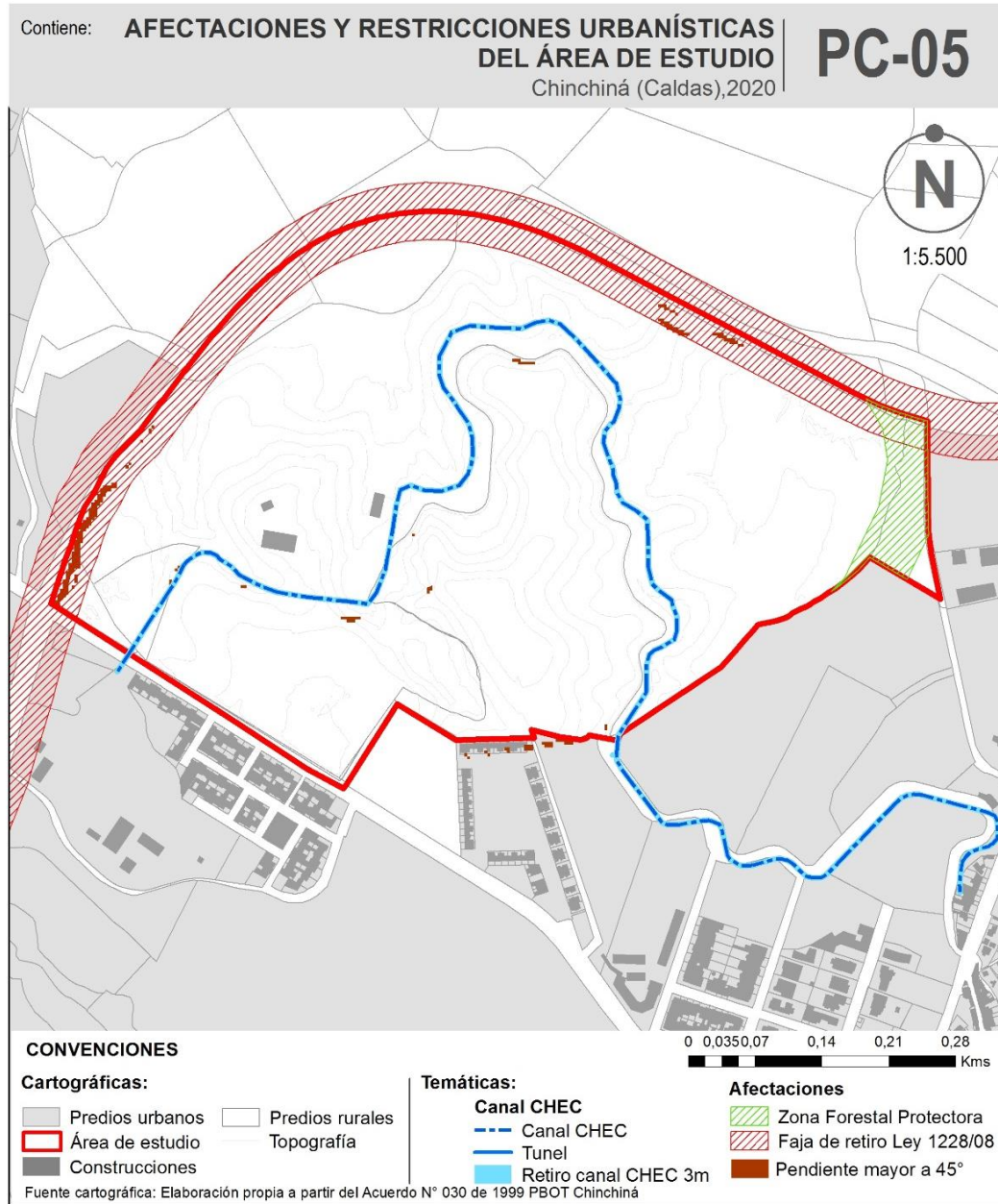
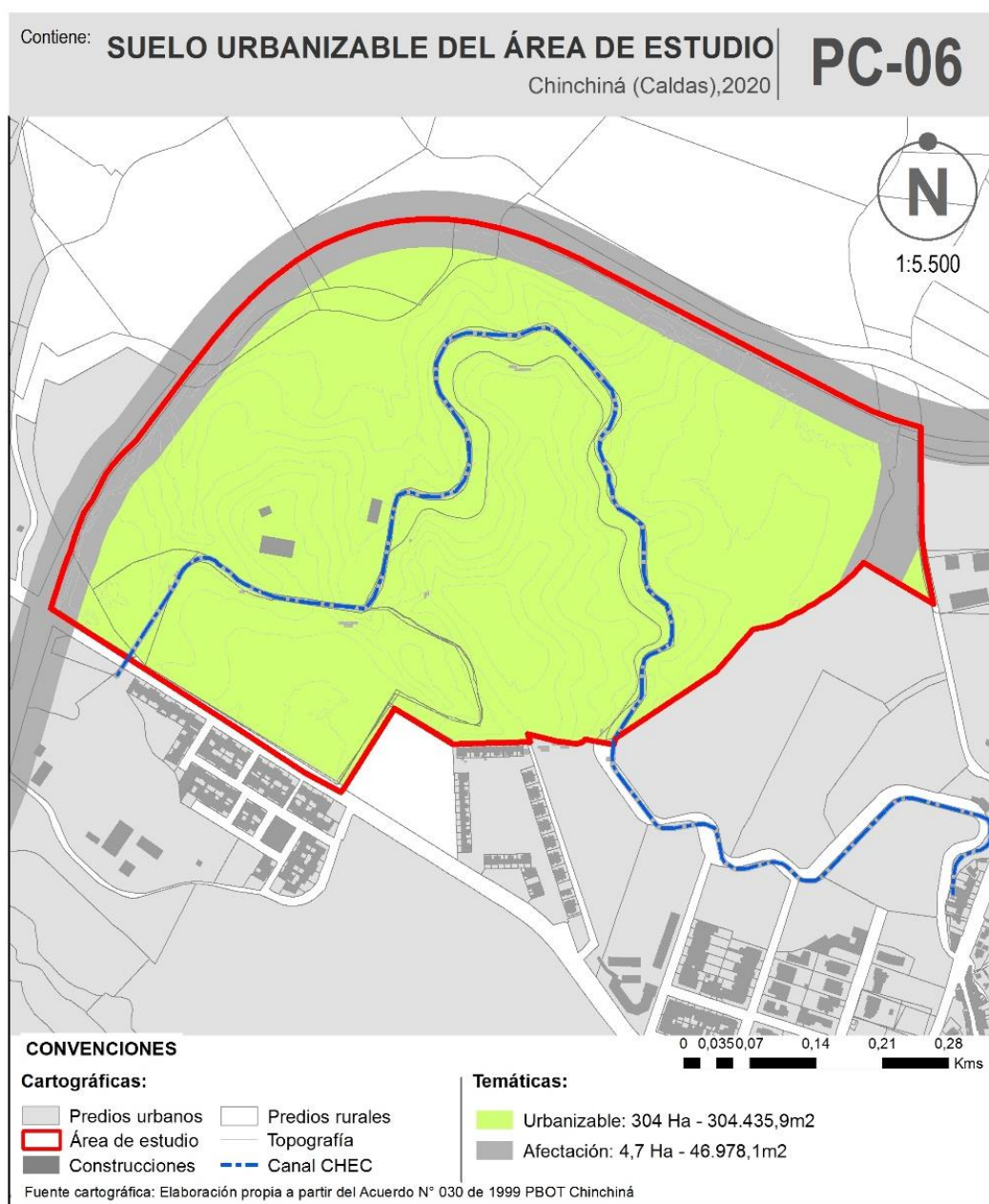


FIGURA 32PC-06 SUELO URBANIZABLE CHINCHINÁ



12.3.3 Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica Del Polígono En Chinchiná

Los resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno de polígono en Chinchiná son:

El suelo total con contaminación por ruido ambiental diurno es 6,3 has, es decir el 20% del total de suelo urbanizable (30,98 Has).

Las 6,3 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental diurno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 55 a 80 dB(A). Es decir que el rango de 55 a 65 dB(A) no excede el estándar máximo residencial (65 dB(A)) establecido en la resolución N°627 de 2006, pero no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (55 dB(A)) y, además, el rango de 65 a 80 dB(A) si excede la resolución N°627 de 2006 hasta en 15 dB(A).

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones:

En el nivel de 55 a 65 dB(A), la superficie es de 5,6 has de suelo que corresponden al 18,2% del suelo urbanizable.

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno que no cumple con el estándar OMS y tampoco con el estándar de la Resolución 627 de 2006 tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 65 a 80 dB(A), la superficie es de 6,7 has de suelo que corresponden al 2% del suelo urbanizable.

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PC-07 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno Chinchiná, en donde se encontró que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero y a la carrera 4, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

TABLA 17 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR
RUIDO AMBIENTAL DIURNO CHINCHINÁ

Ruido Ambiental diurno Chinchiná			
Variables	Ruido ambiental diurno	Suelo urbanizable (área neta)	
	dB(A)	m ²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	11-55	246.686	80%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (estándar OMS)	55-65	56.396	18%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (estándar Resolución 627 de 2006)	65-80	6.729	2%
Totales (m ²)		309.810	100%

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de las 6,3 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental diurno en el polígono ubicado en Chinchiná según los criterios establecidos en el numeral 2 del ítem 11.2.3 de este documento, es la siguiente:

- Contaminación baja: Se identificó en 5,6 has que representan el 18,2% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 55 hasta 65 dB(A).
- Contaminación media: Se identificó en 0,4 has que representan el 1,6% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 65 hasta 70 dB(A).
- Contaminación alta: Se identificó en 0,17 has que representan el 0,6% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 70 hasta 80 dB(A).

FIGURA 33PC-07 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO CHINCHINÁ

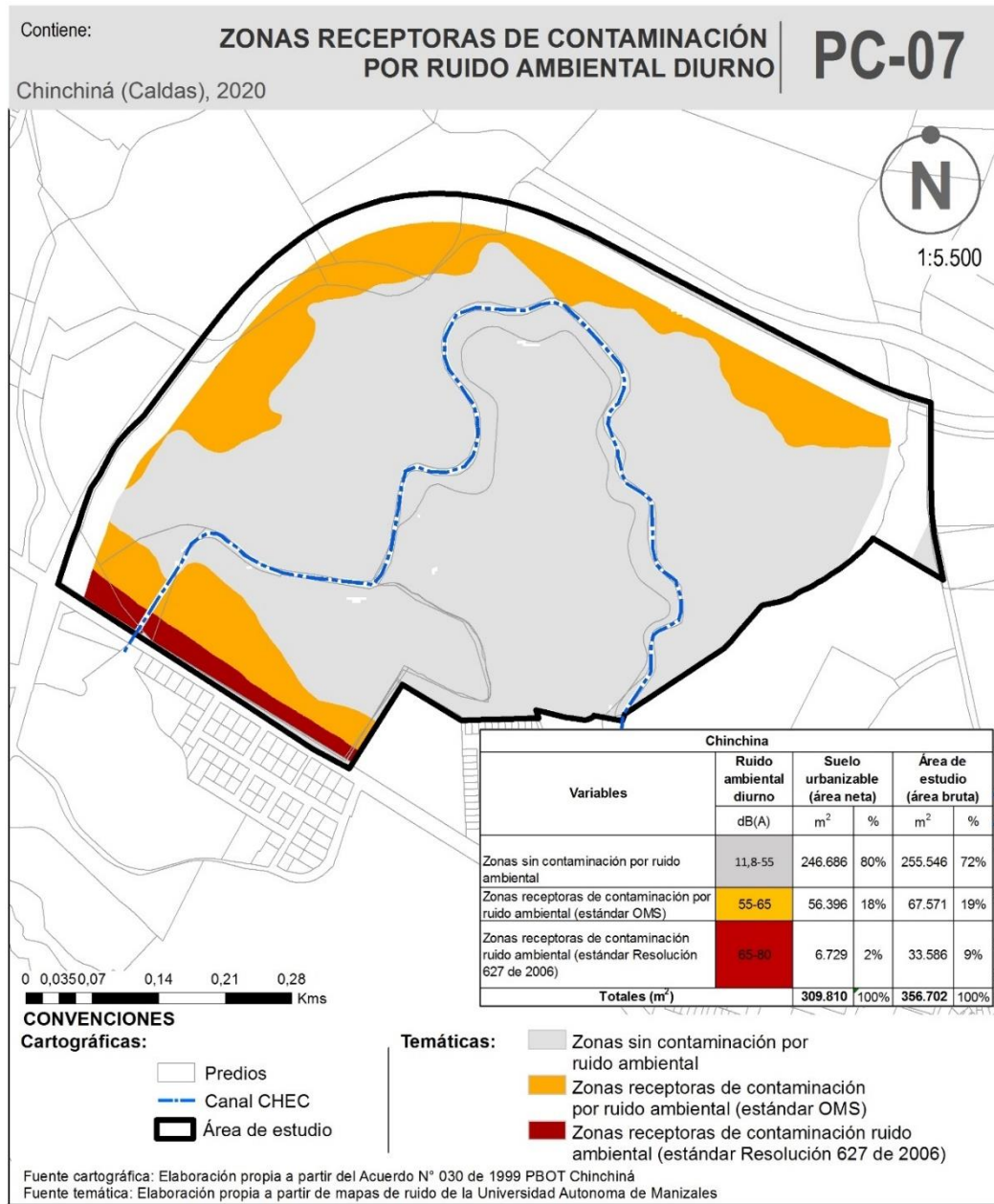


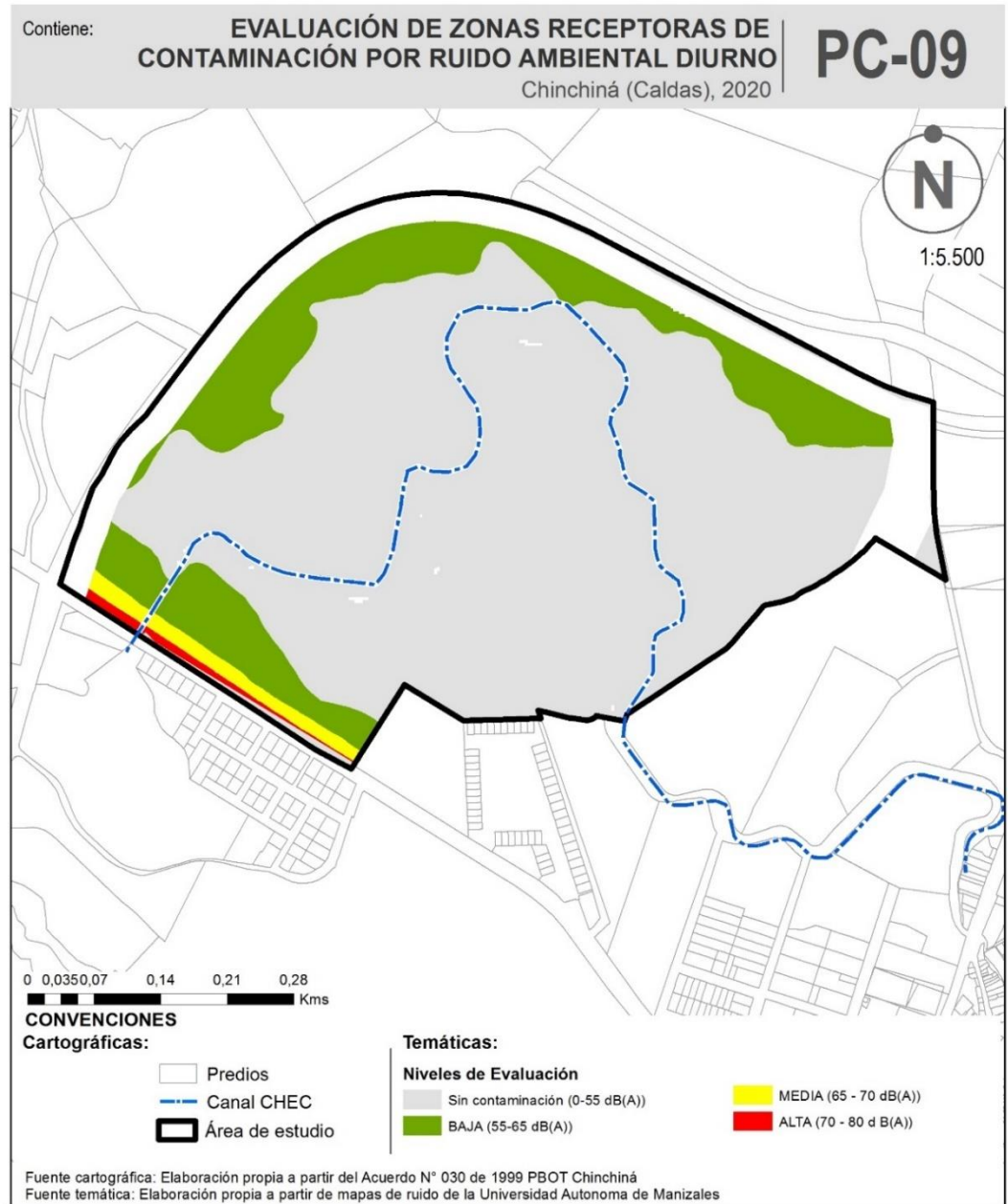
TABLA 18 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO LOCALIZADA EN
SUELO URBANIZABLE CHINCHINÁ

Chinchiná										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido Ambiental diurno	Suelo urbanizable (Área neta)		Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno			
Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana	dB(A)	M ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				11-55	246.686	79,6%		0 dB(A) adicionales	NO APLICA	
Molestia alta			Dificultad de comprensión en comunicación oral	55-60	38.171	12,3%	Baja	0 dB(a) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				60-65	18.225	5,9%		0 dB(A) adicionales, pero excede en 10 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		Comunicación extremadamente difícil	65-70	4.968	1,6%	Media	5 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Molestia alta		Deficiencia		70-75	1.675	0,5%	Alta	10 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves

Molestia alta			75-80	85	0,0%		15 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
TOTAL (M ²)				309.810	100%				

La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PC-09 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno en Chinchiná, en donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero es baja y la contaminación acústica que se localiza paralela a la carrera 4 es alta, media y baja.

FIGURA 34PC-09 EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO EN CHINCHINÁ



Resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno de polígono en Chinchiná, son:

El suelo total con contaminación por ruido ambiental nocturno es 13,1 has, es decir el 42% del total de suelo urbanizable (30,98 Has).

Las 13,1 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental nocturno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 45 a 75 dB(A). Es decir que el rango de 45 a 50 dB(A) no excede el estándar máximo residencial (50 dB(A)) establecido en la resolución N°627 de 2006, pero no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (45 dB(A)) y, además, el rango de 50 a 75 dB(A) si excede la Resolución 627 de 2006 hasta en 25 dB(A).

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones:

En el nivel de 45 a 50 dB(A), la superficie es de 6,9has de suelo que corresponden al 22,4% del suelo urbanizable.

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS y tampoco con el estándar de la resolución N°627 de 2006 tiene las siguientes proporciones:

En el nivel de 50 a 75 dB(A), la superficie es de 6,2has de suelo que corresponden al 20% del suelo urbanizable.

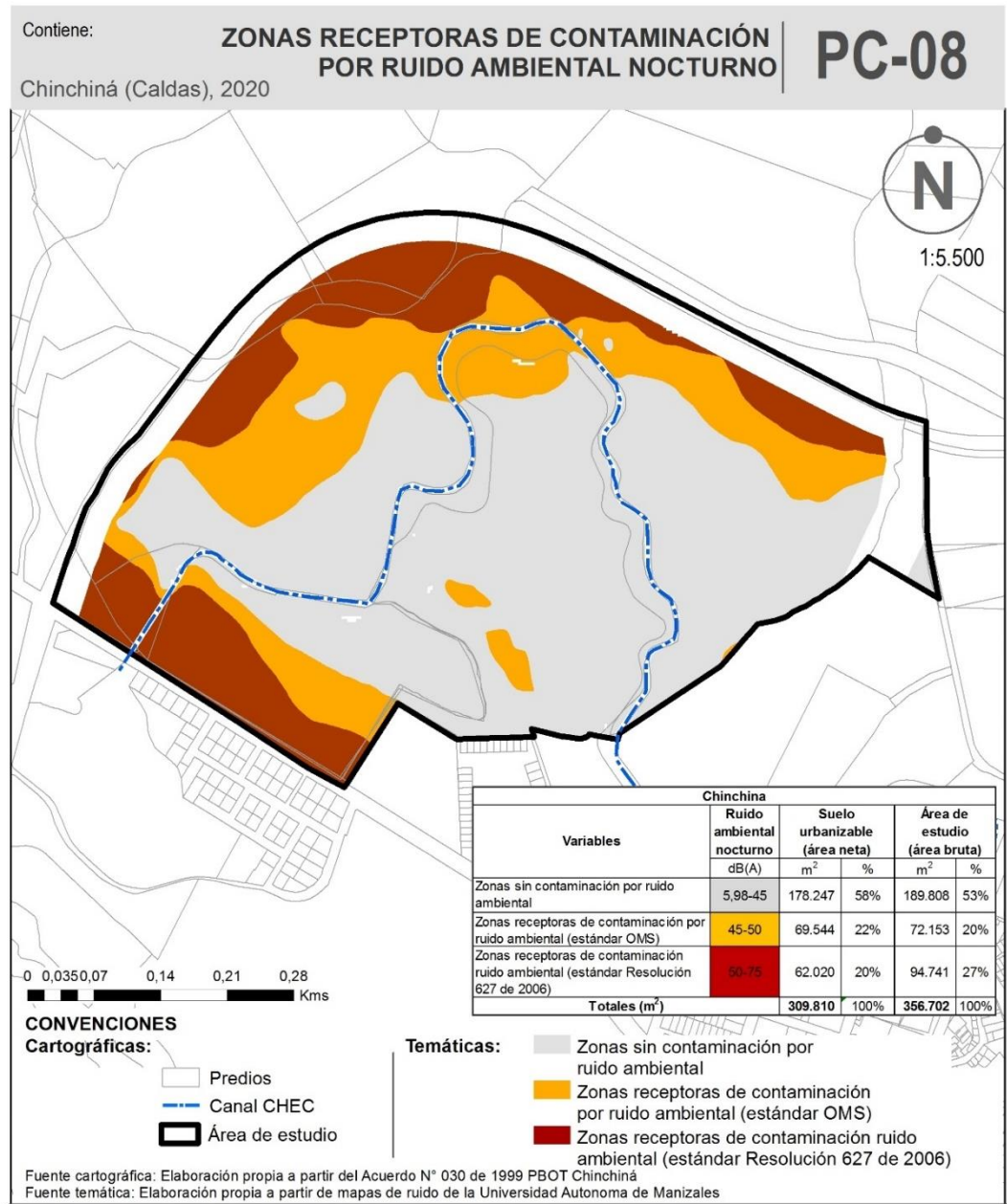
En la Tabla 19 se discriminan las áreas del suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno en Chinchiná.

TABLA 19 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR
RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO CHINCHINÁ

Ruido Ambiental nocturno Chinchiná			
Variables	Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (área neta)	
	dB(A)	m ²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	5-45	178.247	58%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (estándar OMS)	45-50	69.544	22%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (estándar Resolución 627 de 2006)	50-75	62.020	20%
Totales (m ²)		309.810	100%

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PC-08 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno en Chinchiná, en donde se encontró que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero y a la carrera 4, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

FIGURA 35PC-08 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO EN CHINCHINÁ



La evaluación de las 13,1 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno en el polígono ubicado en Chinchiná según los criterios establecidos es la siguiente:

- Contaminación baja: Se identificó en 6,9 has que representan el 22,4% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 45 hasta 50 dB(A).
- Contaminación media: Se identificó en 3,5 has que representan el 11,5% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 50 hasta 55 dB(A).
- Contaminación alta: Se identificó en 2,6 has que representan el 8,5% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 55 hasta 75 dB(A).

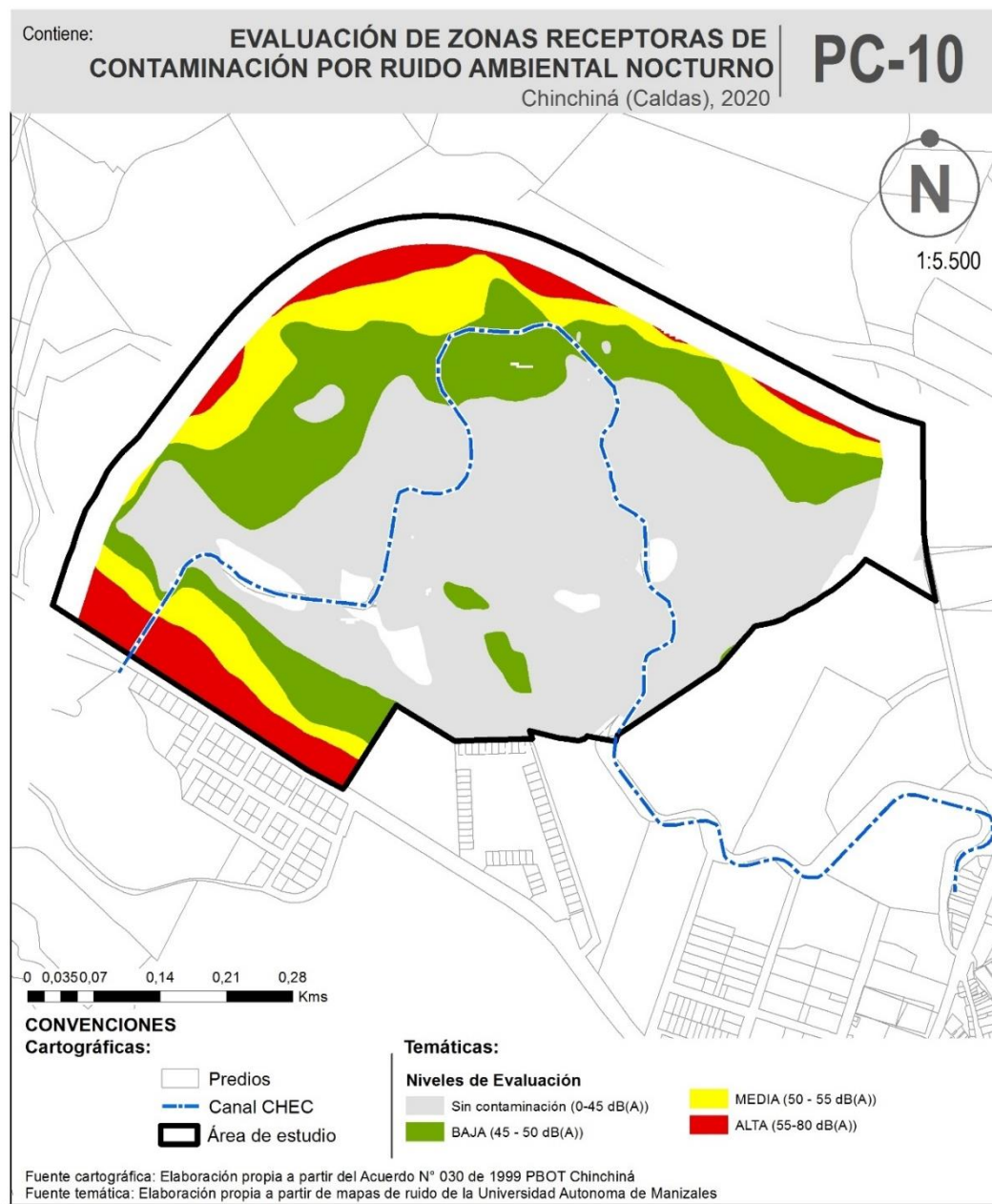
La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PC-10 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno en Chinchiná, en donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero y a la carrera 4 es alta, media y baja.

TABLA 20 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO LOCALIZADA EN
SUELO URBANIZABLE CHINCHINÁ

Chinchiná										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (Área neta)		Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno			
Sueño	Conducta social	Cardiovascular	Audición	dB(A)	M ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				5-45	178.247	57,5 %		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Perturbación	Molestia moderada			45-50	69.544	22,4 %	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 0 grave
Perturbación	Molestia alta			50-55	35.536	11,5 %	Media	5 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 2 intermedios, 0 grave
Trastorno	Molestia alta			55-60	15.665	5,1 %	Alta	10 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			60-65	5.375	1,7 %	Alta	15 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		65-70	5.080	1,6 %	Alta	20 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	70-75	363	0,1 %	Alta	25 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	75-80						
Total (m ²)					309.810	100 %				

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 36PC-10 EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO EN CHINCHINÁ



12.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL POLÍGONO DE ESTUDIO UBICADO EN MUNICIPIO DE SUPÍA SECTOR LADRILLERAS

El área de estudio tiene 49,1 Ha de suelo y su delimitación fue definida con los siguientes puntos: al sur con el perímetro del suelo de expansión, al occidente con el perímetro urbano, y al sur y al oriente con límite predial.

De conformidad con el Acuerdo 025 de 2001, por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Supía, se delimita en el plano S-03 delimitación polígono en Supía, el área de estudio en donde se puede ver que 8,8 Has están clasificadas como suelo suburbano y 39,4 Has como suelo rural.

De conformidad con el Acuerdo 025 de 2001, el suelo rural y rural suburbano en el que se localiza el área de estudio está delimitado según lo establecido en los Artículos 13 y 14.

Respecto a los usos actuales, se concluye que existe una mínima ocupación al interior del área de estudio con usos predominantemente industriales (Ladrilleras) y otros complementarios con residenciales (Vivienda campesina) y equipamientos de servicios funerarios (Cementerio el Obispo). Adicionalmente en su entorno inmediato se encuentra que el uso predominante al oriente, sur y norte es residencial (Vivienda campesina), y al occidente el uso predominante es residencial (Vivienda campestre).

FIGURA 37PS-03 DELIMITACIÓN POLÍGONO EN SUPÍA

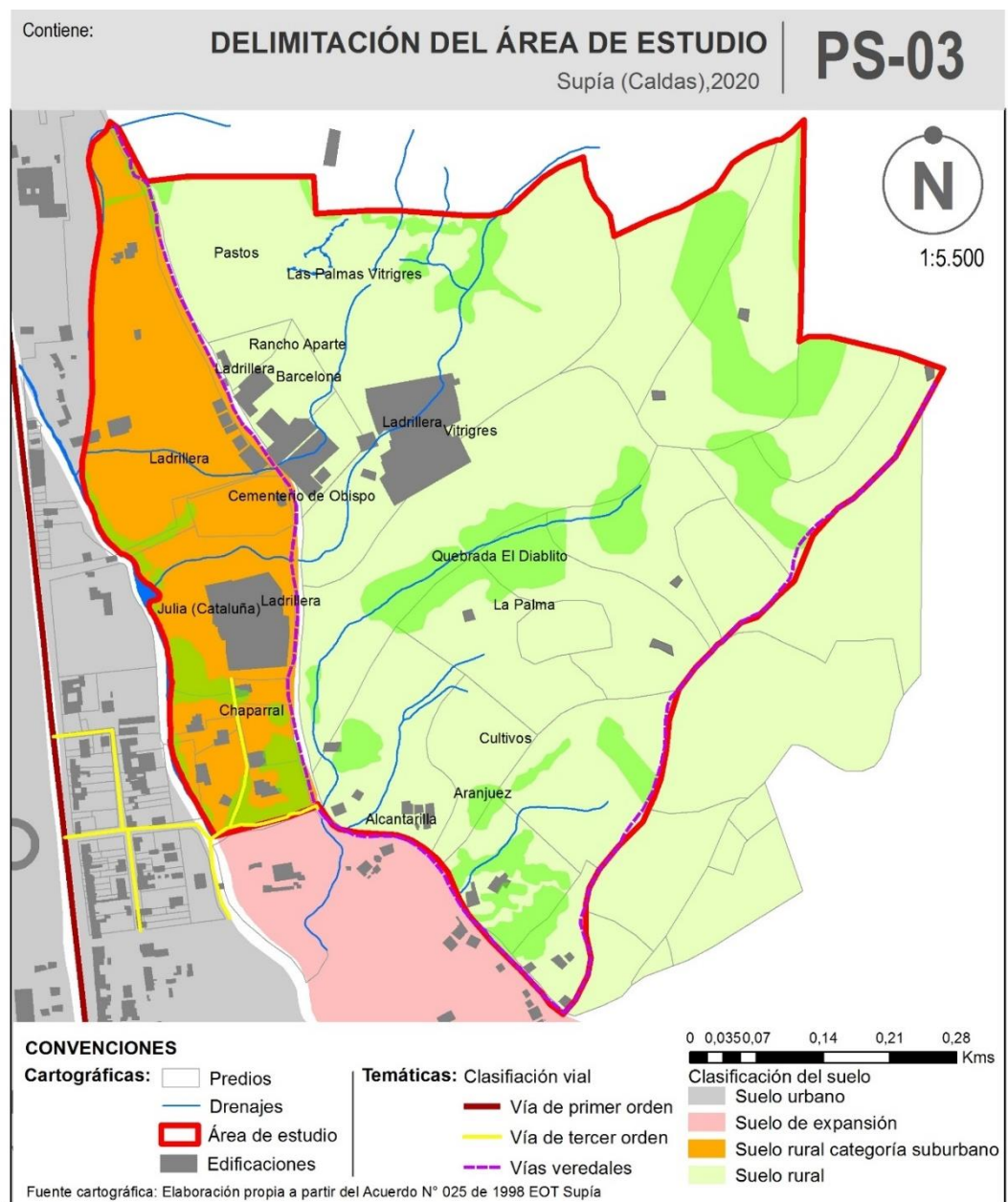
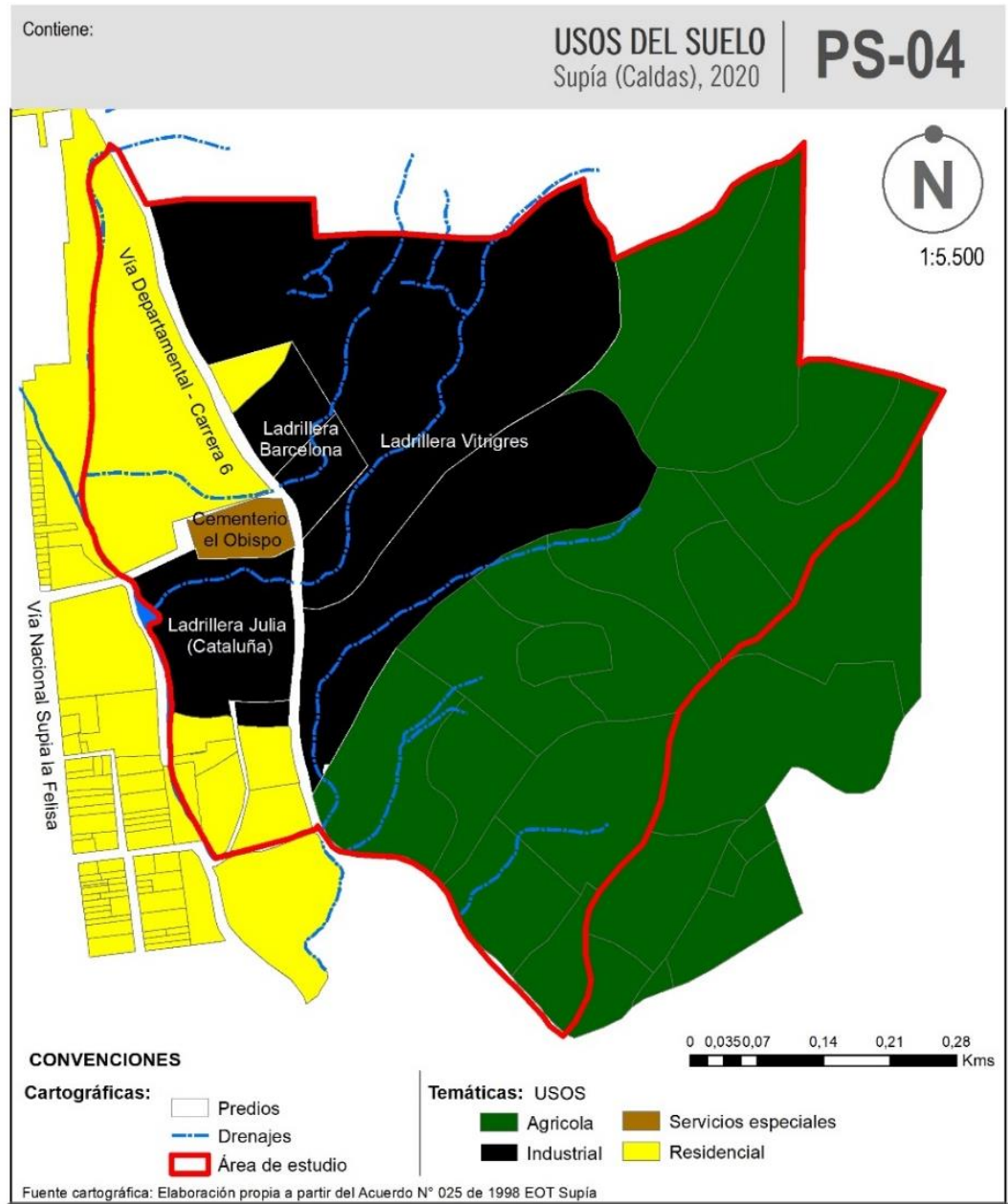


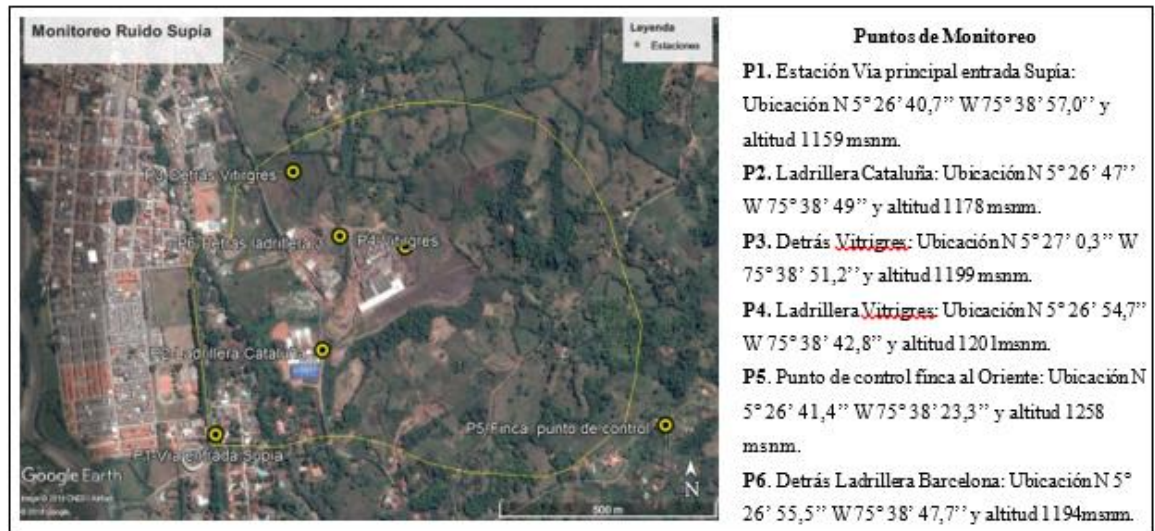
FIGURA 38PS-04 USOS DEL SUELO SUPÍA



12.4.1 Zonificación De Niveles De Ruido Ambiental De Polígono En Supía

Los resultados del Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la Universidad Autónoma de Manizales y CORPOCALDAS, fueron los siguientes: En el área de estudio y su área de influencia se ubicaron 6 estaciones para el monitoreo de ruido con la siguiente localización

FIGURA 39 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO EN SUPÍA



Nota. Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

El resultado del Contrato N° 249 de 2017 para cada una de las estaciones de monitoreo consideradas como receptores fue simulada en el software SoundPlan en alturas que van desde el nivel 1 (ubicado a 4 metros de altura del piso) hasta el nivel 20. Cada nivel se ubicó respecto al anterior con una diferencia en altura de 3 metros. Las columnas hacen referencia a los periodos diurno (izquierda) y nocturno (derecha).

En la síntesis de resultados del Contrato N° 249 de 2017, se afirma que las mediciones realizadas en los dos días reportados arrojaron valores de presión sonora equivalente corregido que incumplen con los valores máximos permisibles en todas las estaciones para jornada nocturna y en 4 de las 6 estaciones para periodo diurno.

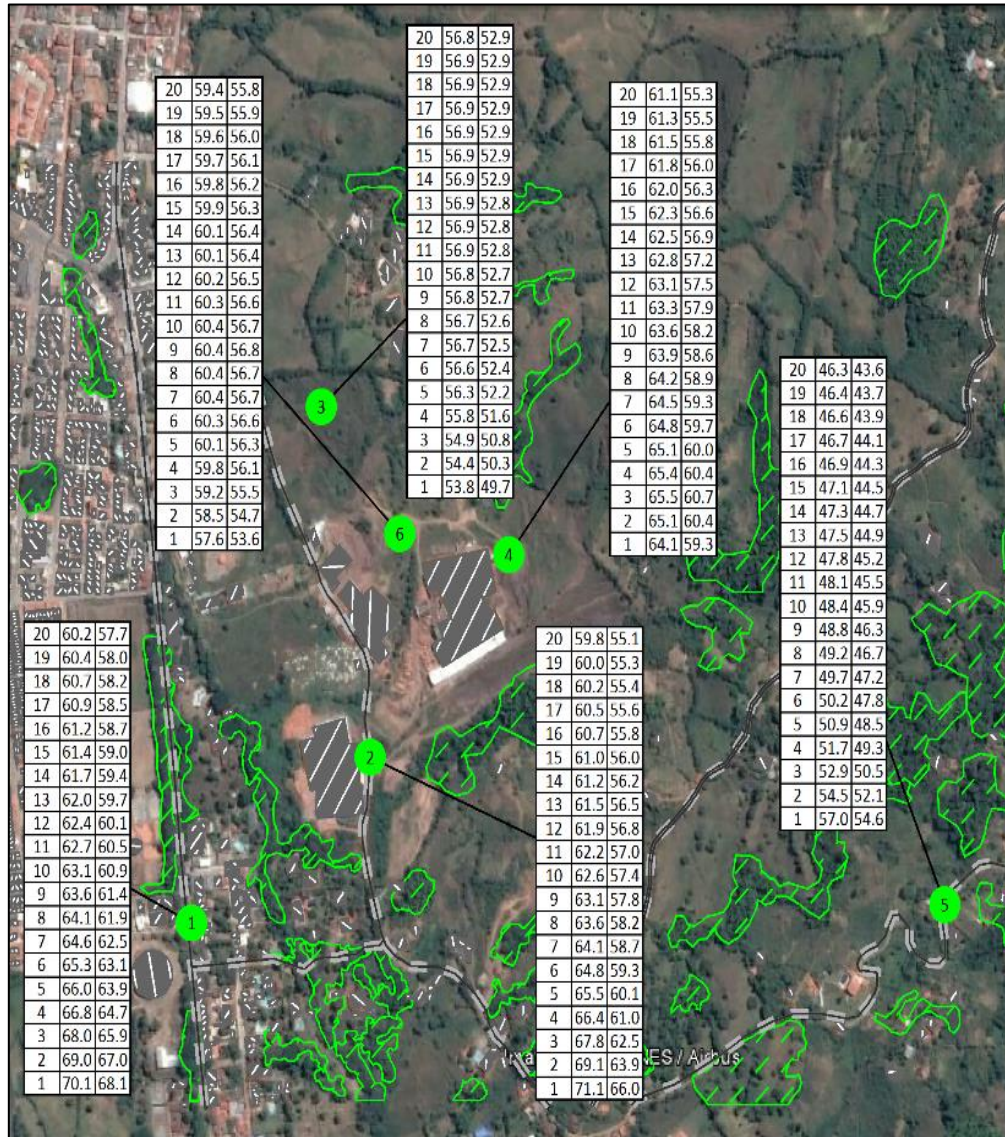
Se destaca el elevado valor encontrado en la estación P1 – Avenida, en la cual se presenta una alta influencia de vehículos (Vía intermunicipal de alto flujo). De forma similar, la influencia de fuente industrial (Ladrillera Cataluña) y de vehículos, generan elevados valores de ruido ambiental en las estaciones P2 – Cataluña y P4 – Vitrigres.

Las motos representan el vehículo de mayor circulación en ambas vías. En la estación P1 Avenida, se presenta un flujo vehicular considerable que incluye automóviles, vehículos livianos y pesados.

En cuanto a las principales fuentes de emisión de ruido que tienen influencia en incrementos superiores a 50 dB sobre áreas cercanas (nivel de referencia definido en el contrato), se destaca el aporte de las fuentes vehiculares en la vía principal de entrada a Supía y en la carrera 6 que, a pesar de ser una vía secundaria, genera un aporte de ruido importante. En esta vía existe influencia del paso de algunos vehículos de carga pesada y esto se suma a que es una vía no pavimentada y de carril angosto (3,5 m aproximadamente), lo que influencia el aumento de los niveles de potencia sonora. (UAM, 2018, pp.28,31,41)

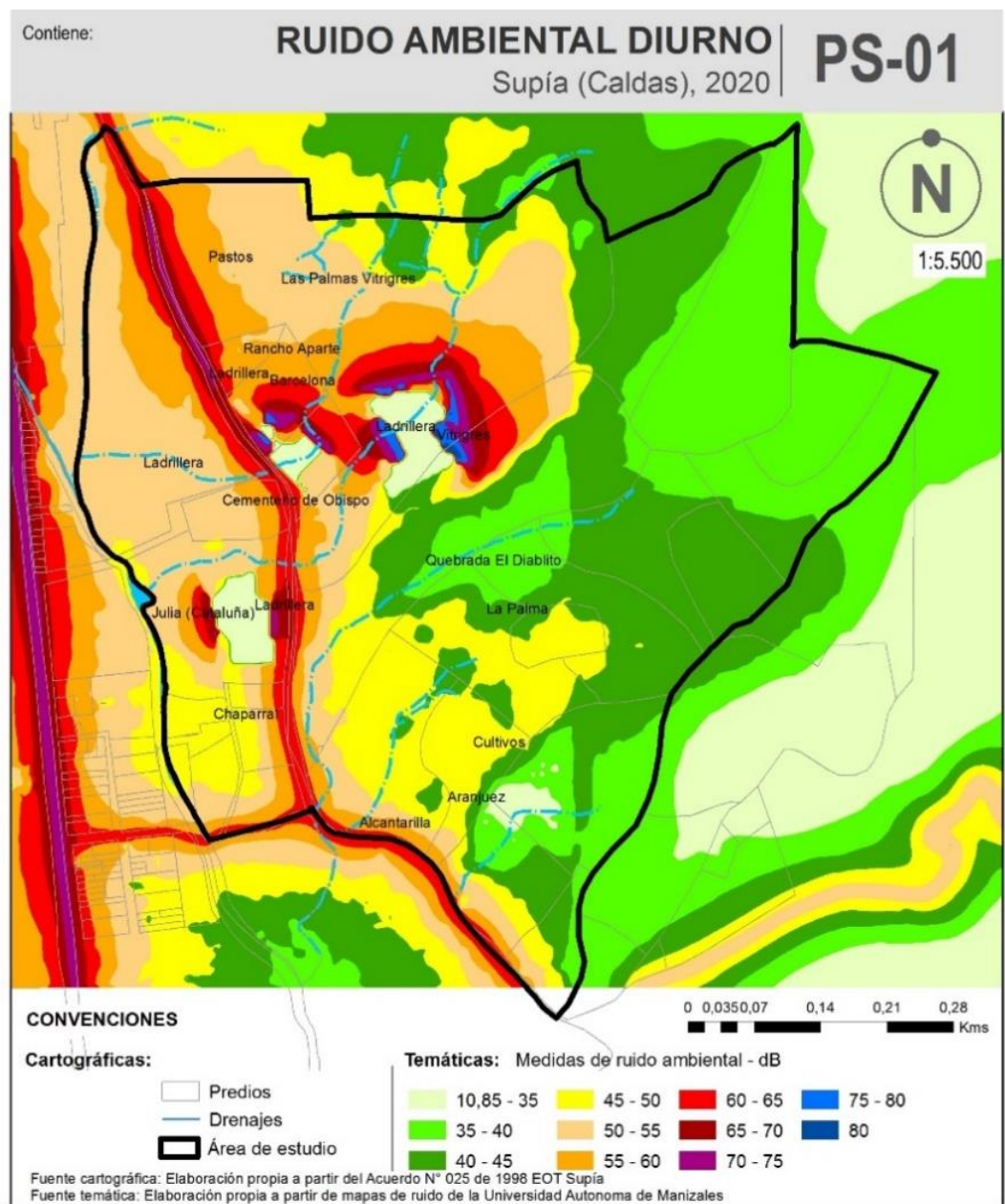
Adicionalmente, se obtuvo como resultado final los mapas de ruido ambiental diurno (Ver plano PS-01 Ruido diurno Supía) representado en la Figura 41 y nocturno en la Figura 42 (Ver plano PS-02 Ruido nocturno Supía).

FIGURA 40 ESTACIONES DE MONITOREO CONSIDERADAS COMO RECEPTORES SIMULADAS EN EL SOFTWARE SOUNDPLAN EN ALTURAS



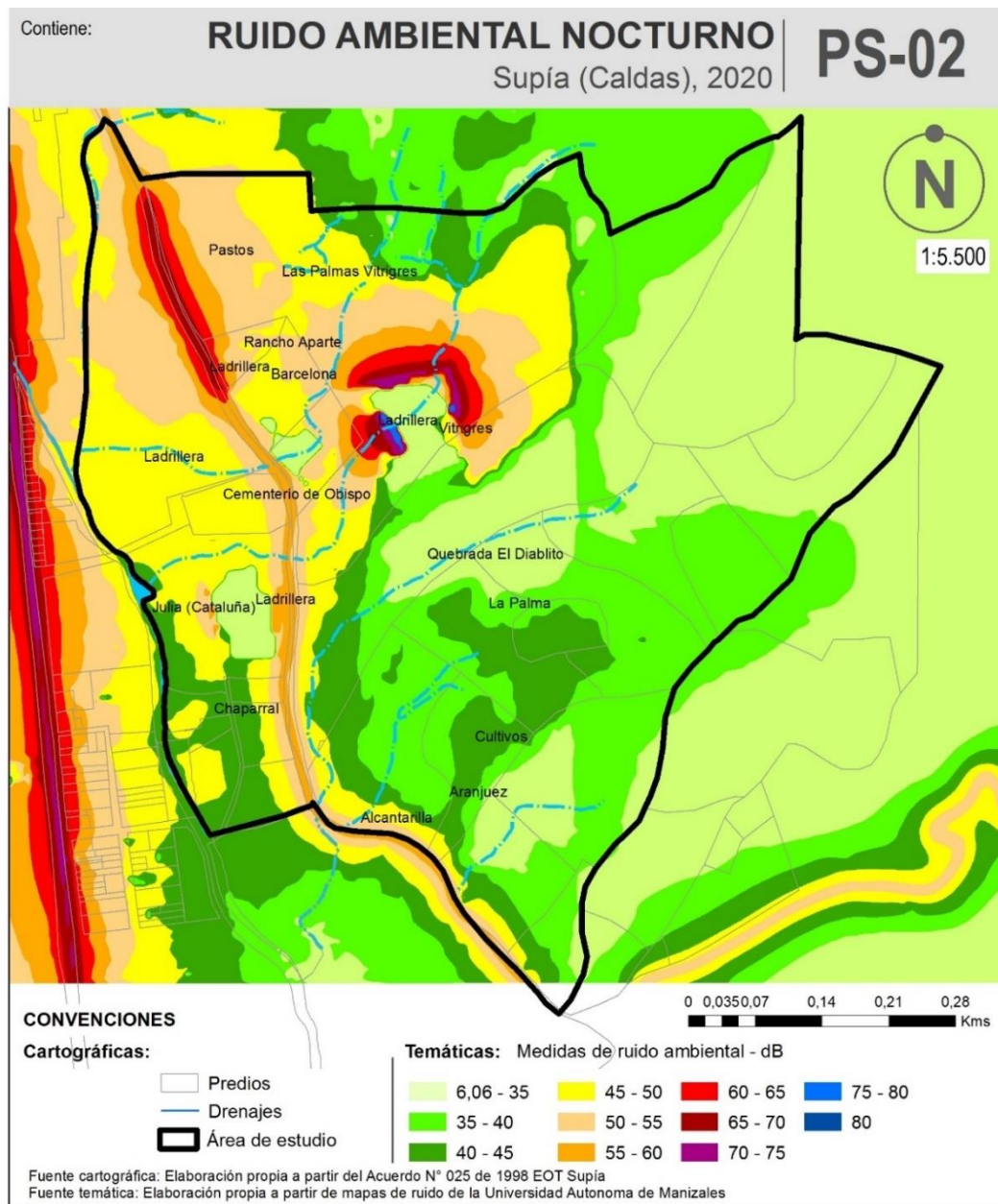
Nota. Adaptado de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

FIGURA 41PS-01 RUIDO DIURNO SUPÍA



Nota. Elaboración propia a partir de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

FIGURA 42PS-02 RUIDO NOCTURNO SUPÍA



Nota. Elaboración propia a partir de Contrato N° 249 de 2017 suscrito entre la UAM y CORPOCALDAS

12.4.2 Zonificación De Suelo Urbanizable De Polígono En Supía

La síntesis de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas establecidas en el esquema de ordenamiento territorial de Supía que aplican para el polígono de estudio es la siguiente: Las afectaciones y restricciones urbanísticas identificadas para el polígono de estudio son ambientales, viales y de conservación de “equipamiento”.

Se representan en el plano PS-05 afectaciones y restricciones urbanísticas Supía.

Afectaciones y restricciones urbanísticas por variables ambientales y factores de riesgo:

- Pendiente superior a 45°.
- Riesgo por inundación y ronda de protección hídrica.
- Riesgo medio por procesos erosivos.
- Afectaciones y restricciones urbanísticas por infraestructura vial es la faja de retiro por vía municipal de tercer orden (Carrera 6).
- Reserva de suelo para construcción prioritaria.
- Afectaciones y restricciones urbanísticas por conservación de “equipamiento”, a saber, el Cementerio el Obispo.

El detalle de la identificación y localización de restricciones y afectaciones urbanísticas pueden ser consultadas en el Apéndice A.

Las afectaciones y restricciones identificadas en el polígono de estudio suman en total 21,5 Has (215.854m²); lo que representa el 44% del área bruta del área de estudio.

El suelo urbanizable del polígono de estudio en Supía es de 27,6has (275.689m²) lo que representa el 56% del área bruta.

FIGURA 43PS-05 AFECTACIONES Y RESTRICCIONES URBANÍSTICAS SUPÍA

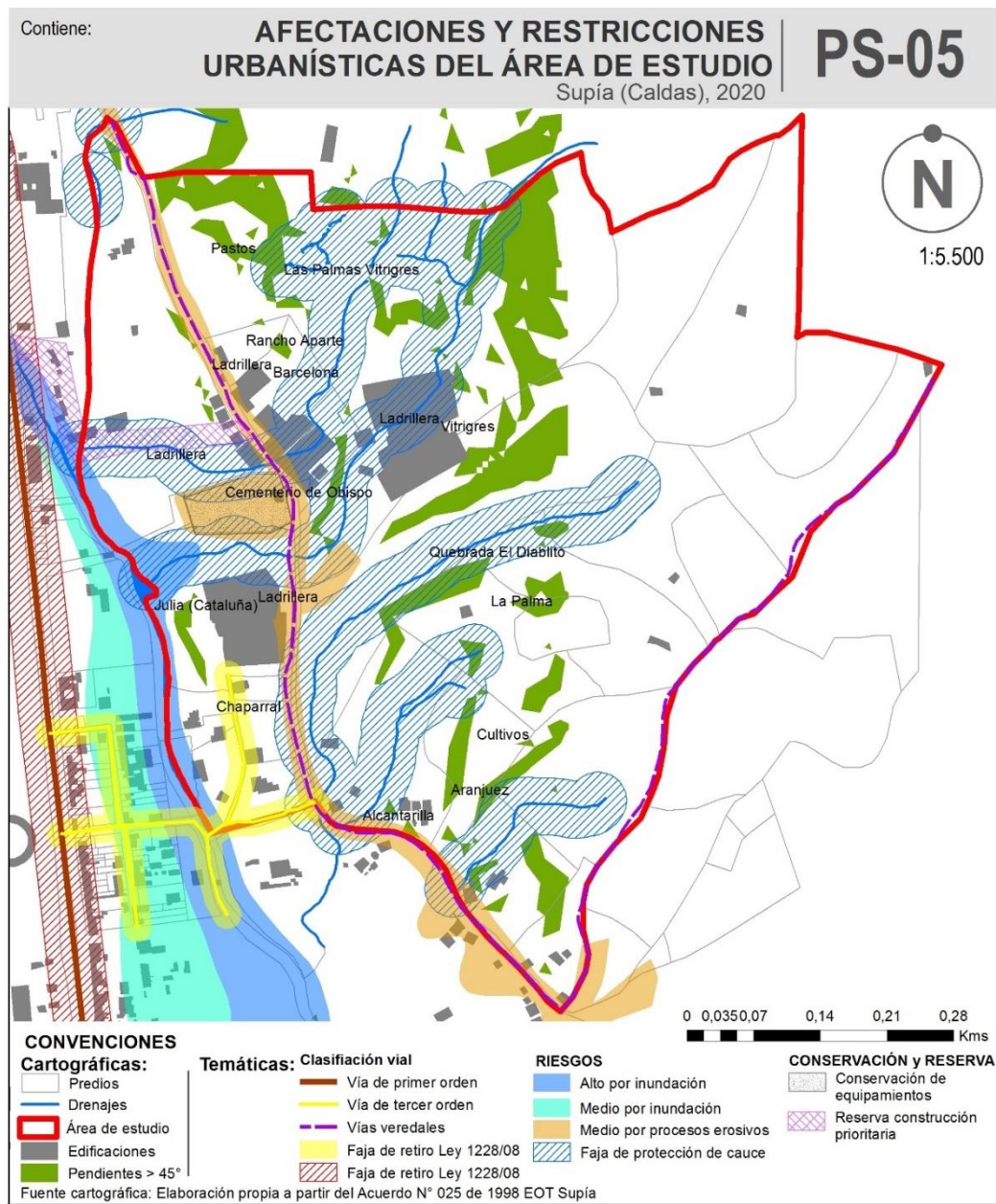
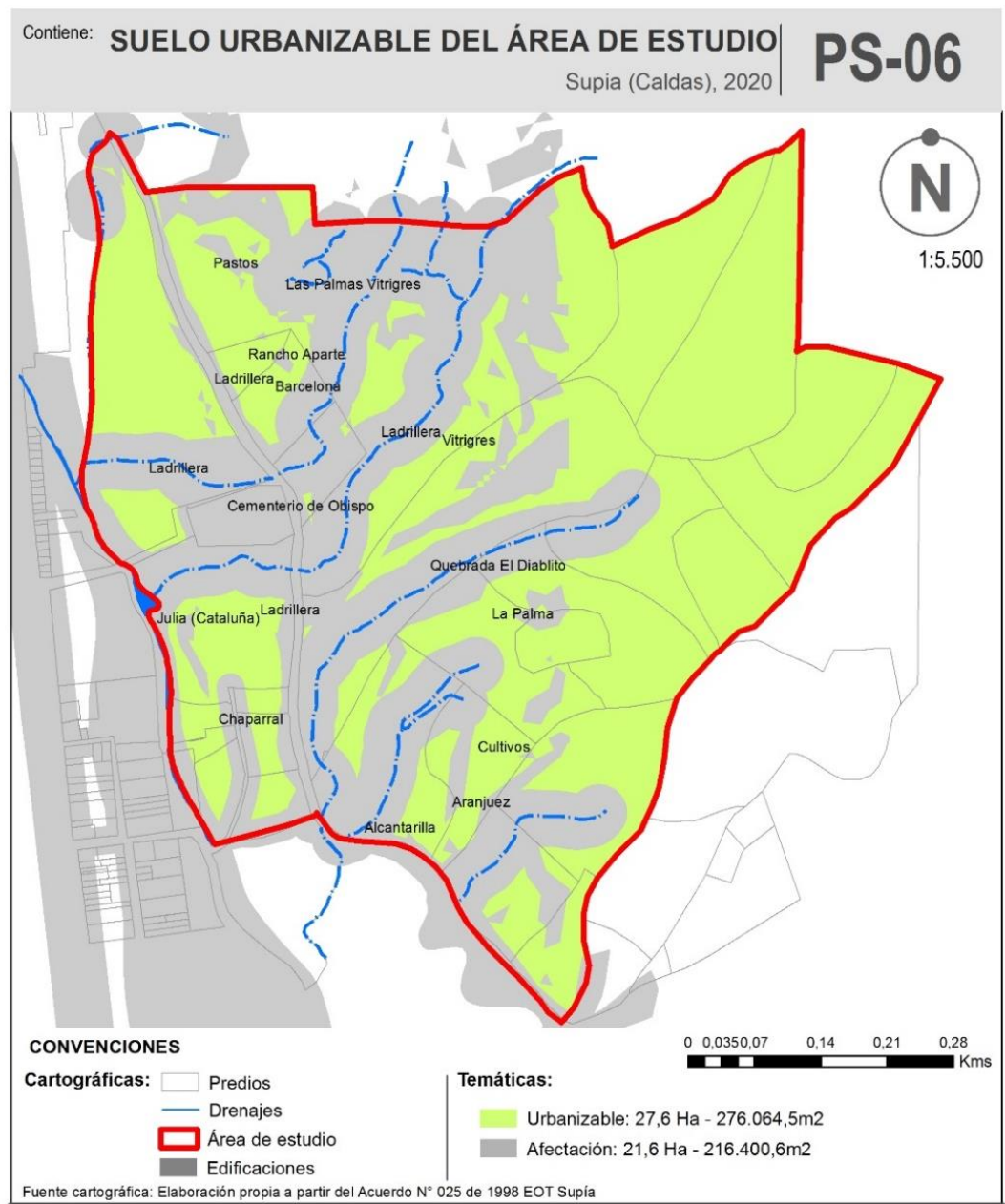


FIGURA 44PS-06 SUELO URBANIZABLE SUPÍA



12.4.3 Evaluación De Zonas Receptoras De Contaminación Acústica De Polígono En Supía

Los resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno del polígono en Supía, son:

El suelo total con contaminación por ruido ambiental diurno es 4,0 has, es decir el 14,7% del total de suelo urbanizable (27,6 Has).

Las 4,0 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental diurno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 55 a 80 dB(A). Es decir que el rango de 55 a 65 dB(A) no excede el estándar máximo residencial (65 dB(A)) establecido en la Resolución 627 de 2006, pero no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (55 dB(A)) y además, el rango de 65 a 80 dB(A) si excede la resolución N°627 de 2006 hasta en 15 dB(A).

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 55 a 65 dB(A), la superficie es de 3,5 Has de suelo que corresponden al 12,6% del suelo urbanizable.

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno que no cumple con el estándar OMS y tampoco con el estándar de la Resolución 627 de 2006 tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 65 a 80 dB(A), la superficie es de 5,9 Has de suelo que corresponden al 2,1% del suelo urbanizable.

En la Tabla 21 se discriminan las áreas del suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental diurno Supía.

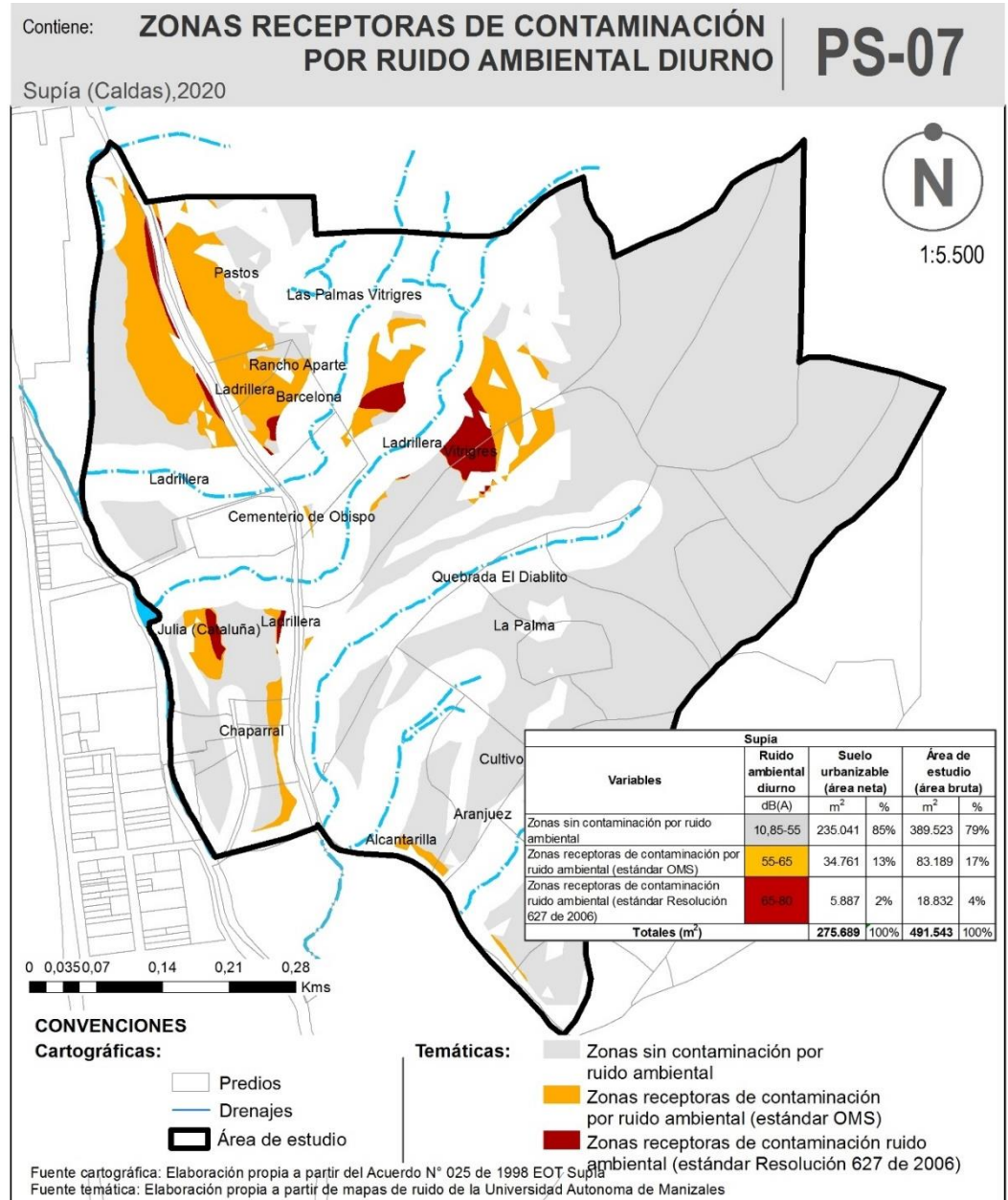
TABLA 21 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR
RUIDO AMBIENTAL DIURNO SUPÍA

Ruido Ambiental diurno Supía			
Variables	Ruido ambiental diurno	Suelo urbanizable (Área neta)	
	dB(A)	m ²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	10-55	235.041	85%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (estándar OMS)	55-65	34.761	13%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (Estándar Resolución 627 de 2006)	65-80	5.887	2%
Totales (m ²)		275.689	100%

Fuente: Elaboración propia

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PS-07 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno Supía, en donde se encontró que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía que da acceso a las ladrilleras, pero también alrededor de cada una de las ladrilleras que se localizan dentro del polígono de estudio. Por lo anterior, se concluye que las fuentes principales de la contaminación acústica son la infraestructura vial y la actividad industrial.

FIGURA 45PS-07 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO SUPÍA



La evaluación de las 4,0 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental diurno en el polígono ubicado en Supía según los criterios establecidos es la siguiente:

- Contaminación baja: Se identificó en 3,5 Has que representan el 12,6% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 55 hasta 65 dB(A).
- Contaminación media: Se identificó en 0,4 Has que representan el 1,3% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 65 hasta 70 dB(A).
- Contaminación alta: Se identificó en 0,2 Has que representan el 0,8% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental diurno desde 70 hasta 80 dB(A).

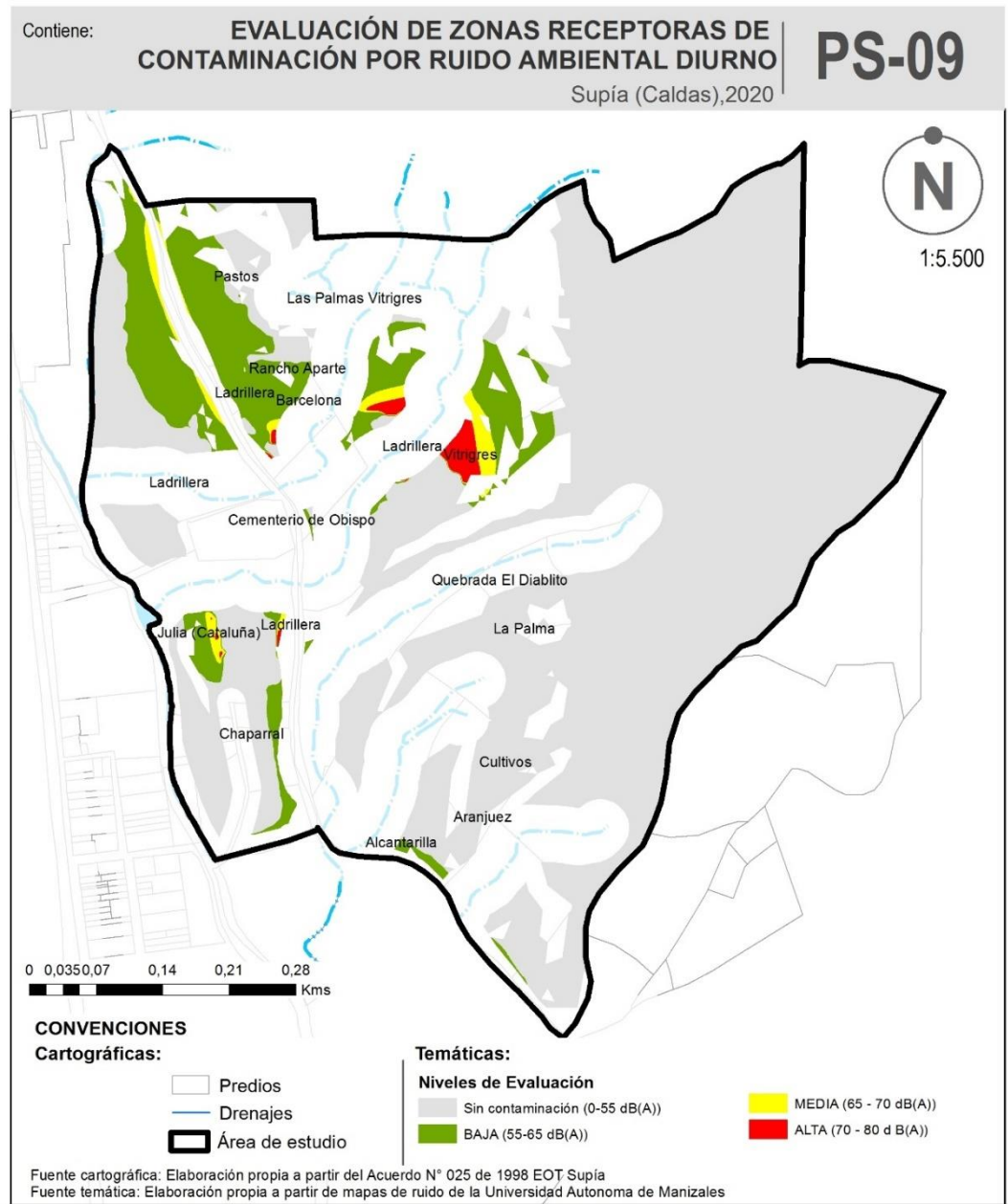
La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental diurno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PC-09 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno en Supía, en donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía de acceso a las ladrilleras es media y baja y la contaminación acústica que se localiza alrededor de cada una de las ladrilleras que se localizan dentro del polígono de estudio es alta, media y baja.

TABLA 22 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO

Supía										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental diurno	Suelo urbanizable (Área neta)		Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno			
Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana	dB(A)	m ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				10,85-55	235.041	85,3%		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Molestia alta			Dificultad de comprensión en comunicación oral	55-60	24.628	8,9%	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				60-65	10.134	3,7%	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 10 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				65-70	3.699	1,3%	Media	5 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		Comunicación extremadamente difícil	70-75	1.318	0,5%	Alta	10 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Molestia alta		Deficiencia		75-80	870	0,3%	Alta	15 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Total (m ²)					275.689	100%				

AMBIENTAL DIURNO LOCALIZADA EN SUELO URBANIZABLE SUPÍA

Figura 46PS-09 Evaluación de Zonas Receptoras de Contaminación por Ruido Ambiental Diurno en Supía



Los resultados obtenidos para las zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno de polígono en Supía, son: El suelo total con contaminación por ruido ambiental nocturno es 7,06 Has, es decir el 25,6% del total de suelo urbanizable (27,6 Has). Las 7,06 Has de suelo con contaminación por ruido ambiental nocturno corresponden a zonas receptoras de un nivel de 45 a 80 dB(A). Es decir que el rango de 45 a 50 dB(A) no excede el estándar máximo residencial (50 dB(A)) establecido en la Resolución 627 de 2006, pero no cumple con el estándar máximo recomendado por la OMS (45 dB(A)) y además, el rango de 50 a 80 dB(A) si excede la Resolución 627 de 2006 hasta en 30 dB(A). El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 45 a 50 dB(A), la superficie es de 2,7 Has de suelo que corresponden al 9,8% del suelo urbanizable.

El suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno que no cumple con el estándar OMS y tampoco con el estándar de la Resolución 627 de 2006 tiene las siguientes proporciones: En el nivel de 50 a 80 dB(A), la superficie es de 4,4has de suelo que corresponden al 15,8% del suelo urbanizable.

TABLA 23 ÁREAS DEL SUELO URBANIZABLE CON CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO SUPÍA

Ruido Ambiental nocturno Supía			
Variables	Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (área neta)	
	dB(A)	m²	%
Zonas sin contaminación por ruido ambiental	6 -45	205.106	74%
Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental (estándar OMS)	45-50	26.977	10%
Zonas receptoras de contaminación ruido ambiental (estándar Resolución 627 de 2006)	50-80	43.607	16%
Totales (m ²)		275.689	100%

Fuente: Elaboración propia

La identificación de suelo urbanizable receptor contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PS-08 Zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno en Supía (Figura 47), en donde se encontró

que la contaminación acústica se localiza paralela a la vía que da acceso a las ladrilleras pero también alrededor de cada una de las ladrilleras localizadas en el polígono de estudio. Por lo anterior, se concluye que las fuentes principales de la contaminación acústica son la infraestructura vial y la actividad industrial.

La evaluación de las 7,06 has del suelo urbanizable que es receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno en el polígono ubicado en Supía según los criterios establecidos en el numeral 4 del ítem 11.2.3 de este documento, es la siguiente:

- Contaminación baja: Se identificó en 2,7 has que representan el 9,8% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 45 hasta 50 dB(A).
- Contaminación media: Se identificó en 2,8 has que representan el 10,1% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 50 hasta 55 dB(A).
- Contaminación alta: Se identificó en 15,6 has que representan el 5,7% del suelo urbanizable y se caracteriza porque es receptor de ruido ambiental nocturno desde 55 hasta 80 dB(A).

La zonificación de la evaluación del suelo urbanizable receptor de contaminación por ruido ambiental nocturno se encuentra delimitado y zonificado en el plano PS-10 Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno en Supía, en donde se encontró que la contaminación acústica que se localiza paralela a la vía de acceso a las ladrilleras es media y baja y la contaminación acústica que se localiza alrededor de cada una de las ladrilleras que se localizan dentro del polígono de estudio es alta, media y baja.

**TABLA 24 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO
AMBIENTAL NOCTURNO LOCALIZADA EN SUELO URBANIZABLE SUPÍA**

Supía										
Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental nocturno	Suelo urbanizable (Área neta)		Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno			
Sueño	Conducta social	Cardiov.	Audición	dB(A)	m ²	%	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Nivel de los efectos (OMS)
				6-45	205.106	74,4 %		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Perturbación	Molestia moderada			45-50	26.977	9,8 %	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 0 grave
Perturbación	Molestia alta			50-55	27.960	10,1 %	Media	5 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 2 intermedios, 0 grave
Trastorno	Molestia alta			55-60	10.206	3,7 %	Alta	10 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			60-65	4.152	1,5 %	Alta	15 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			65-70	840	0,3 %	Alta	20 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)	Deficiencia	70-75	428	0,2 %	Alta	25 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	75-80	20	0,0 %	Alta	30 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
				Total (m ²)	275.689	100,0 %				

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 47PS-08 ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO EN SUPÍA

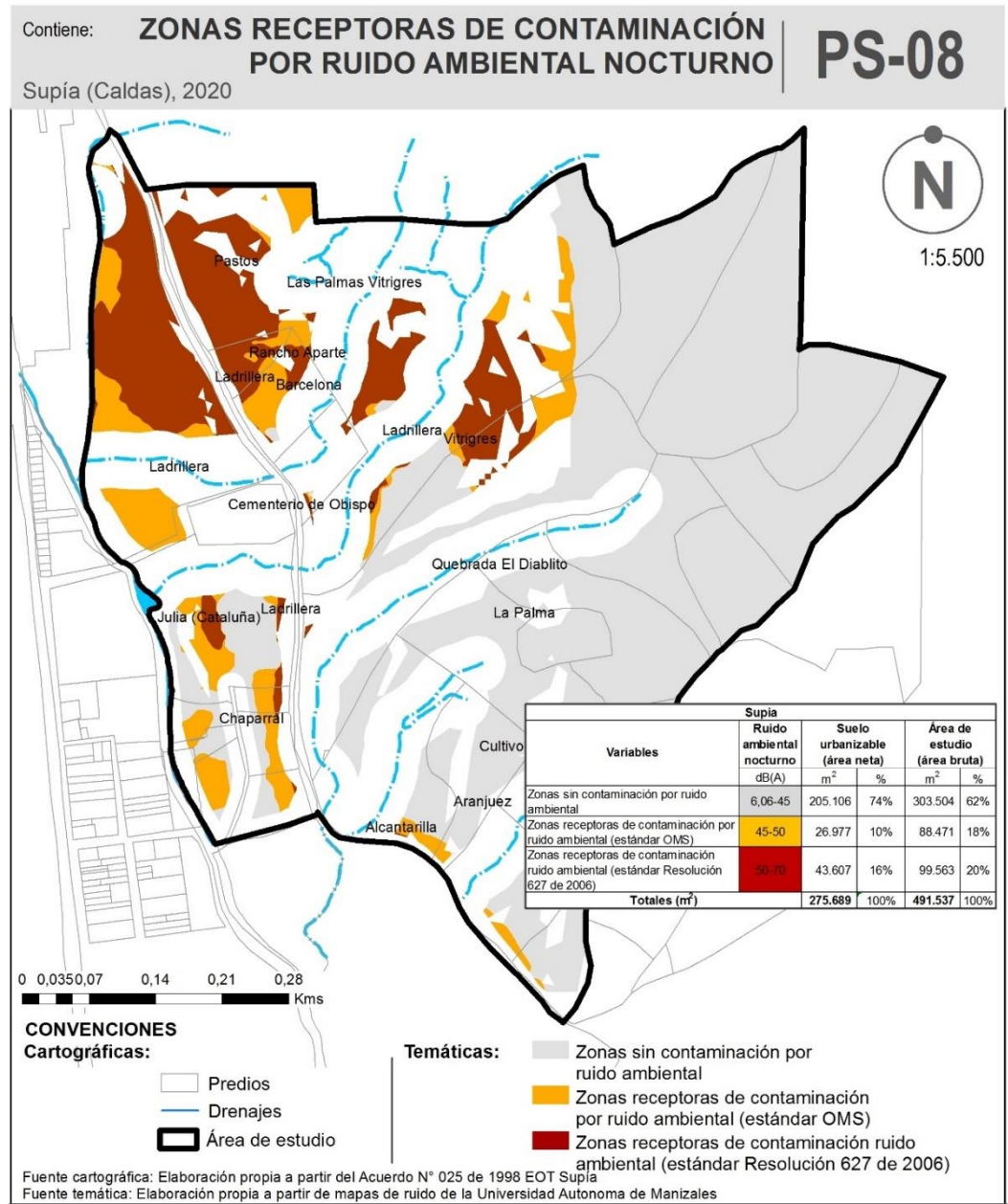
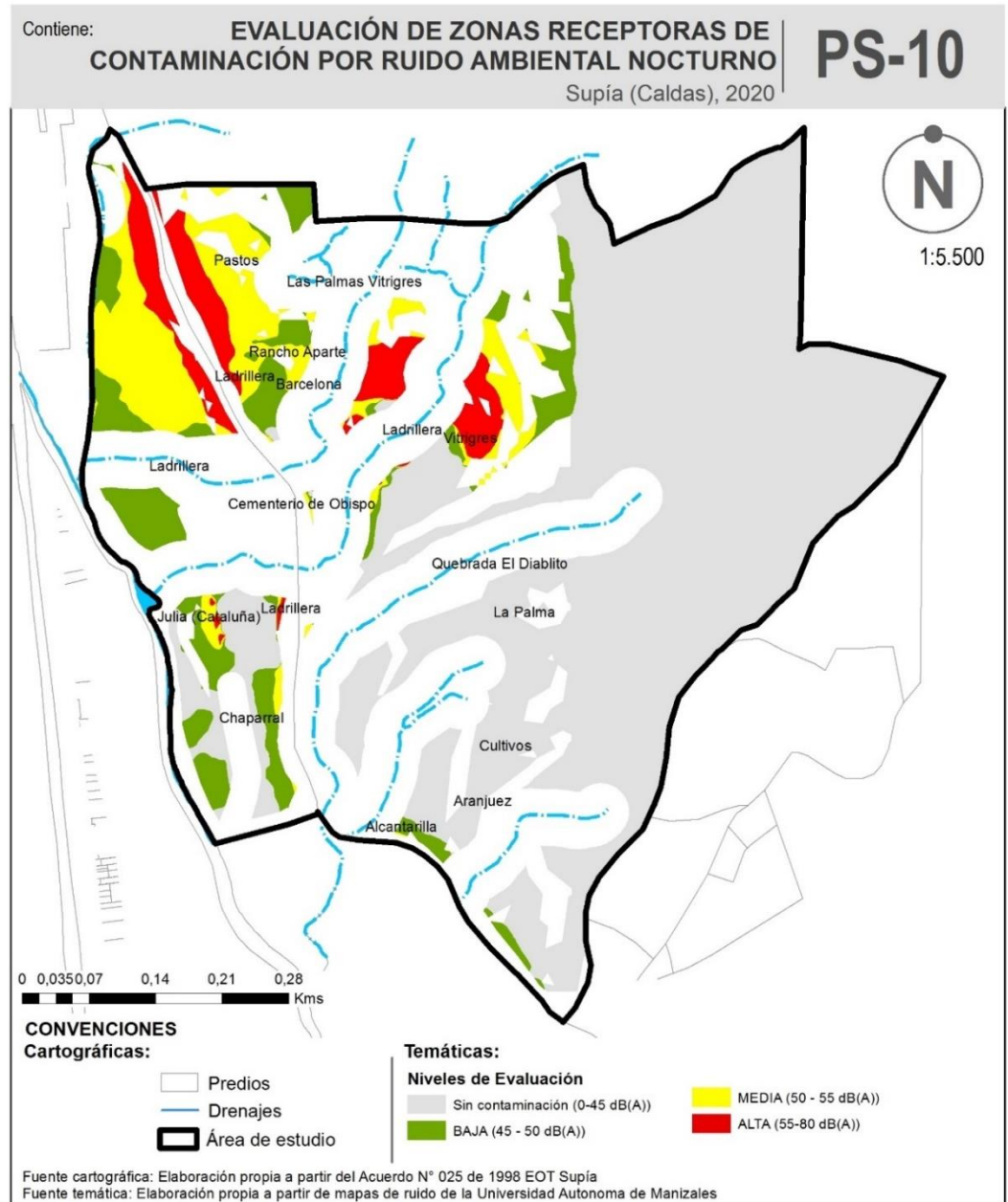


FIGURA 48PS-10 EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO EN SUPÍA



12.5 SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN

12.5.1 Síntesis De Resultados De La Evaluación De Contaminación Acústica Del Suelo Urbanizable De Los Polígonos De Estudio Ubicados En Los Municipios De Manizales, Chinchiná Y Supía

A continuación, se presenta en la Tabla 25 la síntesis de resultados de la evaluación de contaminación acústica del suelo urbanizable de los 3 polígonos de estudio desagregados para el día y la noche, además de la identificación del tipo de fuente contaminante.

TABLA 25 SÍNTESIS DE RESULTADOS EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LOS 3 MUNICIPIOS

Área de estudio	Evaluación de la contaminación del suelo urbanizable día					Excede estándar res. 627 de 2006 hasta en dB(A)	Fuente contaminante
	Alta (%)	Media (%)	Baja (%)	Total (%)	Total (has)		
POT Manizales	0	0	9,9	9,9	4,4	0	Móvil
PBOT Chinchiná	0,6	1,6	18,2	20,4	6,3	15	Móvil
EOT Supía	0,8	1,3	12,6	14,7	4	15	Fija y Móvil
Área de estudio	Evaluación de contaminación del suelo urbanizable noche					Excede estándar hasta EN dB(A)	Fuente contaminante
	Alta (%)	Media (%)	Baja (%)	Total (%)	Total (Has)		
POT Manizales	1,5	5,9	8,8	16,2	7,1	10	Móvil
PBOT Chinchiná	8,5	11,5	22,4	42,5	13,1	25	Móvil
EOT Supía	5,7	10,1	9,8	25,6	7	30	Fija y Móvil

Fuente: Elaboración propia

12.6 IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS MUNICIPIOS EN ESTUDIO

12.6.1 Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Pot De Manizales

Normas urbanísticas de edificabilidad. De conformidad con el Acuerdo 0958 de 2017, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales para el periodo 2017-2031, el área de estudio de San Marcel se localiza en los ámbitos normativos 6.7, 7.1 y 8 para el suelo urbano y corregimiento Río Blanco para el suelo rural y le aplican las normas de los tratamientos de desarrollo y consolidación.

Respecto a las normas generales para nuevas urbanizaciones, el Acuerdo 0958 de 2017 - POT Manizales establece en el Anexo N°5 que la malla vial que estructure la movilidad de las nuevas urbanizaciones deberá contar con al menos una vía colectora que garantice el acceso al transporte público para la nueva población. También establece que además se deberá garantizar la formación o integración a circuitos de colectoras evitando problemas de accesibilidad por tener una sola vía colectora de acceso y salida. Para las agrupaciones cerradas de vivienda, las vías internas deben tener calzada de 5 m y andenes de 1,50 m a cada lado.

Para las áreas de cesión en urbanizaciones o parcelaciones, el porcentaje de cesión para equipamientos será el 30% del total del área de cesión a la que se hace referencia en la tabla de porcentaje de cesiones y el 70% restante se destinará para espacio público.

Normas urbanísticas de áreas de actividad y usos. A continuación, se presenta la compilación de normas para áreas de actividad y usos que aplican en el polígono de estudio San Marcel, la asignación de usos que se hace por ámbitos normativos AN6.7, AN7, AN7.1 Y AN8 en la zona urbana y en la ficha normativa para el suelo rural específicamente para el corregimiento Río Blanco. También se recogen los requerimientos asociados a los impactos de usos residenciales e industriales donde se identifica una de las medidas de control al impacto como lo es el Retiro o Los Planes de Implantación y de Regularización que son instrumentos para la aprobación y reglamentación de usos o actividades que, por su escala, ámbito de

servicio o cobertura, o por su condición misma de peligrosidad o impacto urbanístico o ambiental, no se pueden localizar o ampliar con la simple conformidad normativa del uso en las fichas normativas. (Alcaldía de Manizales, DTS Urbano, 2017, p.193)

Este polígono por encontrarse en colindancia con la zona industrial Juanchito con usos de industria pesada y especial también deberá someterse a los siguientes requerimientos:

Para el desarrollo de nuevas industrias, deberán dejar 10.00 mts de aislamiento por todos los costados, arborizado o emperadizado. Así mismo, si la industria requiere de licencia ambiental de conformidad con el artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015, deberá tener licencia ambiental expedida por CORPOCALDAS.

Cuando el uso de vivienda en la tipología unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar se pretenda localizar cerca de la IE-5 (en los Ámbitos Normativos donde se permita el uso de vivienda), se deberá cumplir con la normativa especial -vivienda-áreas de amortiguamiento industrial, contenidas en el Anexo A-3 FICHA NORMA URBANA que forma parte integral del presente Plan de Ordenamiento Territorial, y deberá plantear sistemas de aislamiento acústico y demás elementos ambientales de acondicionamiento para minimizar el impacto producido por la industria existente, con base en la Resolución 0627/2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y/o los que modifiquen o sustituyan, así como en las Normas Técnicas Colombianas-NTC- sobre aislamiento acústico. Requiere equipos para el control de la contaminación por ruido, olores, vapores o afluentes líquidos. (Alcaldía de Manizales, 2017, Anexo Usos p.70)

12.6.2 Síntesis De Resultados Contenidos En El Pot De Manizales

En la Tabla 26 se presenta la síntesis de normas urbanísticas aplicables al polígono de estudio

TABLA 26 SÍNTESIS DE NORMAS URBANÍSTICAS DE USO Y EDIFICABILIDAD MANIZALES

Plan Ordenamiento Territorial de Manizales											
A E	U/ R	ID	Ámbito Normativo	Tratamiento Urbanístico	Uso Residencial Permitido	I.C.	I.O.	Altura Máxima	Retiro	Lote Mínimo (m ²)	Cesiones y Obligaciones Urbanísticas
Área de Estudio Manizales	Urbano	U-1	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	Existente	N/A
		U-2	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	Existente	N/A
		U-3	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	Existente	N/A
		U-4	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	Existente	N/A
		U-5	AN 7.1	Consolidación	N/A	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	N/A
		U-6	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Retiro entre 30 y 60 mts de industrial con IC 2.5	Existente	N/A
		U-7	AN 6.7	Consolidación	VU/ VB/ VM/ VAC	2,5	N/A	Resultante	Normas generales	Existente	N/A
		U-8	AN 8	Desarrollo	VU/ VB/ VM/ VAC	4	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	30% para VM / Mínimo 20% VIP en PP o Licencia de urbanización
		U-9	AN 8	Desarrollo	VU/ VB/ VM/ VAC	4	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	30% para VM / Mínimo 20% VIP en PP o Licencia de urbanización
		U-10	AN 8	Desarrollo	VU/ VB/ VM/ VAC	4	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	30% para VM / Mínimo 20% VIP en PP o Licencia de urbanización
		U-11	AN 8	Desarrollo	VU/ VB/ VM/ VAC	4	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	30% para VM / Mínimo 20% VIP en PP o Licencia de urbanización
		U-12	AN 8	Desarrollo	VU/ VB/ VM/ VAC	4	N/A	Resultante	Normas generales	N/A	30% para VM / Mínimo 20% VIP en PP o Licencia de urbanización
	Área Urbano										
	Rural	R-1	RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional
R-2		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
R-3		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
R-4		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
R-5		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
R-6		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
R-7		RÍO BLANCO	N/A	VUR/VBR/VISR	N/A	0,05	2 pisos + buhardilla + sótano	3mts por todos los linderos	30.000	Conexión a vía municipal, departamental o nacional	
Área Rural											

Nota. Adaptado de Acuerdo 0958 de 2017 POT Manizales

12.6.3 Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica.

TABLA 27 SÍNTESIS DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA ÁREAS CON CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SEGÚN POT

		Clasificación de Medidas			
		Estructural No estructural	Tipo de medida No estructural	Medible	No medible
Tratamientos urbanísticos	Plan Parcial (Concertación ambiental)		Instrumento de planificación de detalle		
	Planes de implantación (Estudios detallados)		Instrumento de planificación de detalle		
	Restricción de localización de la industria privilegiando zonas industriales		Condiciones de localización uso industrial		
	Cumplir con norma nacional MADS: Decreto 1076 de 2015		Valores límite de calidad acústica nacional		
	Medida de Aislamiento de 10 m arborizado o empedrado al interior de la industria pesada o especial		Distancia en predio industrial		
Impactos ambientales y requerimientos de uso	Retiro medido entre edificaciones que se concreta en Áreas de amortiguamiento vivienda-industria.				
	A mayor retiro se permite mayor área construida: * 0m a 15m de distancia: IC 0 * 15m a 20m de distancia: IC 1,5 * 20m a 30m de distancia: IC 2 (10m por IC 0,5 adicional) * 30m a 60m de distancia: IC 2,5 (30m por IC 0,5 adicional) * Mas de 60m de distancia: IC 4 (Norma de sector, es decir 1,5 adicional)		Distancia entre edificaciones		
	Plantear sistemas de aislamiento acústico y elementos de acondicionamiento acústico en la construcción de viviendas				
	Medida de equipos de control de contaminación por ruido para industria pesada o especial				

Nota. Elaboración propia a partir del Acuerdo 0958 de 2017 POT Manizales

12.6.5 Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Pbot De Chinchiná

Normas urbanísticas de edificabilidad. A continuación, se presenta la compilación de normas urbanísticas relacionadas con edificabilidad permitidas en el área de estudio para el suelo urbano y de expansión. En el artículo 74 del PBOT de Chinchiná están determinadas las alturas de las edificaciones por el ancho de las vías, para el suelo de expansión en el Artículo 79 del Acuerdo 030 de 1999 establece que:

- El instrumento aplicable es el plan parcial.
- Los usos del suelo permitidos serán residencial, comercial y de servicios.
- El diseño geométrico de la red vial principal y de la colectora deberán comunicar con el casco urbano y definir las secciones viales.
- Se definirán áreas para las conducciones maestras de acueductos, alcantarillados, energía y gas domiciliario y el sistema de tratamiento de aguas negras.
- Se realizarán los estudios geológicos y geotécnicos y de suelos para establecer las características específicas del suelo en la zona, definir las necesidades de prevención de procesos de erosión e inestabilidad y la normativa general para la realización de movimiento de tierra y preparación de terrenos.
- Se definirán las unidades de actuación urbanística.
- Se establecerán la capacidad e intensidades de ocupación, altura, volúmenes, retiros, cesiones para equipamiento colectivo y zonas verdes o parques de acuerdo con las áreas mínimas de cesión que se establecen en el PBOT. También que en todo caso en el área comprendida entre la vía Chinchiná – La Romelia – El Pollo y la zona de expansión El Edén, se establecerá una ocupación de baja densidad, con base en lotes para vivienda unifamiliar aislada con un mínimo de 2.000 m², con el objetivo de generar una ciudad jardín que será la transición entre la malla urbana consolidada y la zona industrial.

Se definirán lineamientos ambientales, se identificarán cursos de agua y establecerán retiros, se identificarán zonas boscosas de valor o guaduales al igual que zonas de riesgo por deslizamiento, inundación y otros y se establecerá normativa para su adecuado manejo. (Alcaldía de Chinchiná, 1999)

Las normas que orientan el cálculo de las áreas de cesión urbanística se aplican teniendo en cuenta el número potencial de habitantes del nuevo proyecto urbanístico, para lo cual debe tenerse en cuenta que según el PBOT el indicador es de 5 personas por vivienda.

Normas urbanísticas de áreas de actividad y usos. En relación con las normas específicas que orientan la intervención en zonas con contaminación acústica y que aplican en el área de estudio para el suelo urbano y suelo de expansión, en el PBOT se establecen las áreas de actividad múltiple en específico residencial, comercial y de servicios en el artículo 55:

PARAGRAFO PRIMERO: Los usos actuales de trilladoras y otro tipo de industrias ubicadas en las áreas de actividad múltiple no podrán ser ampliadas y no podrán continuar allí si las actuales son reubicadas en zonas especializadas. Solo podrán usarse como bodegas industriales de almacenamiento, industrias sin ningún tipo de impacto ambiental ni urbano y uso residencial, unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar.

PARAGRAFO SEGUNDO: Deberán identificarse los sitios en los que se presentan conflictos de uso, especialmente entre los residenciales y los de industria semi pesada, específicamente, las trilladoras y todo tipo de industria contaminante. Con ellas se concertarán acuerdos dirigidos a establecer programas de cumplimiento que permitan superar los elementos generadores de conflicto como ruido, emisiones y otras. Se incluye entre ellas la Central de Sacrificio. Para resolver los conflictos existentes, se debe dar aplicación al Artículo 107 del Decreto 948 de 1995¹.

¹ ARTICULO 107. Localización de industrias y de fuentes fijas de emisión. A partir de la vigencia de este decreto ningún municipio o distrito podrá, dentro del perímetro urbano, autorizar el establecimiento o instalación de una fuente fija de emisión de contaminantes al aire en zonas distintas de las habilitadas para usos industriales en el territorio de su jurisdicción. Las industrias y demás fuentes fijas de emisión de contaminantes al aire que, a la fecha de expedición de este Decreto, estén establecidas u operen en zonas no habilitadas para uso industrial, o en zonas cuyo uso principal no sea compatible con el desarrollo de actividades industriales, dispondrán de un término de diez (10) años, contados a partir de su vigencia, para trasladar sus instalaciones a una zona industrial, so pena de cancelación de la licencia o permiso de funcionamiento y de la revocatoria definitiva de la licencia ambiental y de los permisos y autorizaciones que le hubieren sido conferidos por las autoridades ambientales, sin perjuicio de la imposición de las multas y demás sanciones previstas por la ley y los reglamentos. Los municipios y distritos dentro del plazo fijado, dictarán las normas de zonificación y uso

ARTICULO CINCUENTA Y SIETE: Áreas de Actividad Industrial.

(...)

PARAGRAFO TERCERO: Todos los núcleos industriales existentes en el municipio, a saber, Café Liofilizado, Chec - Frutasa - Proalco, Passicol, la Terminal de Transportes y la Central de Sacrificios, deberán contar con retiros arborizados de 15 metros a lo largo de su perímetro cuando estén a lindes con usos residenciales, contados desde el lindero del lote hacia su interior y deberán guardar los retiros a cauces de quebradas (Cameguadua), según la Resolución de CORPOCALDAS # 810 de 1997.

PARAGRAFO CUARTO: El uso residencial que sea establecido en vecindades de los núcleos industriales, deberá contar con retiros arborizados de 15 metros desde el lindero del lote hacia su interior. Además, deberá incluir en la construcción de las viviendas medidas para mitigar los efectos que la industria aledaña pueda causar (ruidos, vibraciones, etc.) y guardar un espacio en antejardín no menor a 3 mts., desde el borde interior del andén.

(...)

ARTICULO SETENTA Y TRES: AISLAMIENTOS. Todos los núcleos industriales existentes en el municipio, a saber, Café Liofilizado, Chec - Frutasa - Proalco, Passicol, la Terminal de Transportes y la Central de Sacrificios, deberán contar con retiros arborizados de 15 metros a lo largo de su perímetro cuando estén a lindes con usos residenciales, contados Desde el lindero del lote hacia su interior y deberán guardar los retiros a cauces de quebradas Cameguadua.

El uso residencial que sea establecido en vecindades de los núcleos industriales, deberá contar con retiros arborizados de 15 metros desde el lindero del lote hacia su interior. Además, deberá incluir en la construcción de las viviendas medidas para mitigar los efectos que la industria aledaña pueda causar (ruidos, vibraciones, etc.) y guardar un espacio en antejardín no menor a 3 mts., desde el borde interior del andén.

del suelo y otorgarán las necesarias facilidades para efectuar de la mejor manera posible la relocalización de fuentes fijas de que trata este artículo. (Ministerio del Medio Ambiente, 1.995)

(...)

(Alcaldía de Chinchiná, 1.999)

12.6.6 Síntesis De Resultados Contenidos En El Pbot De Chinchiná

En la Tabla 28 se presenta la síntesis de normas urbanísticas aplicables al polígono de estudio.

TABLA 28 SÍNTESIS DE NORMAS URBANÍSTICAS DE USO Y EDIFICABILIDAD

Plan Básico de Ordenamiento Territorial																					
A E	tipo Suelo	ID	Ámbito normativo	Tratamiento urbanístico	Uso Industrial permitido	Uso Principal Residencial permitido	Uso Residencial permitido	Densidad	LC.	LO.	Altura máxima	Retiros	Lote mínimo (m2)	Cesiones y Obligaciones Urbanísticas							
Área de Estudio Chinchiná	Urbano	U-1	N/A	Consolidación	Bodegas industriales Bodegas de almacenamiento	Area de actividad Múltiple	VU/ VB/ VM	5 habitantes por vivienda	N/A	N/A	8 pisos (calzada igual o superior a 6m)	Frontal: Mínimo 5m sobre avenida Uriel Gutierrez	N/A pero frente mínimo de 10m para edificación de más de 3 pisos	0-10 viv: 0,4m2 por hab. 11-40 viv: 0,71m2 por hab 41-150 viv: 2,81m2 por hab 151-500viv: 7,2 m2 por hab 501-2000viv: 10,85m2 por hab 2001-4000viv: 11,51m2 por hab							
		Retiros para construcción de 8 pisos: Frontal: 7mts Lateral: 4mts Posterior: 6mts																			
		U-6																			
		U-7																			
		U-5			Industria establecida	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				N/A							
	Expansión	E-1	N/A	Desarrollo	No permitido	Residencial	VU/ VB/ VM/ Agrupaciones o conjunto	5 habitantes por vivienda	N/A	N/A	8 pisos (calzada igual o superior a 6m)	Retiros para construcción de 8 pisos: Frontal: 7mts Lateral: 4mts Posterior: 6mts	N/A pero frente mínimo de 10m para edificación de más de 3 pisos	0-10 viv: 0,4m2 por hab 11-40 viv: 0,71m2 por hab 41-150 viv: 2,81m2 por hab 151-500viv: 7,2 m2 por hab 501-2000viv: 10,85m2 por hab 2001-4000viv: 11,51m2 por hab							
		E-3																			
		E-4																			
		E-6																			
		E-2																			Retiros en lindero con industria: 15m

Nota. Acuerdo 030 de 1999 por medio del cual se adopta el PBOT de Chinchiná.

12.6.7 Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica

TABLA 29 SÍNTESIS DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA ÁREAS CON CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SEGÚN PBOT

Medidas de intervención en zonas con contaminación acústica		Clasificación de Medidas			
		Estructural	No estructural	Tipo de medida No estructural	Medible No medible
Clasificación del suelo (Expansión)	Plan Parcial (Concertación ambiental)			Instrumento de planificación de detalle	
	Restricción de localización de la industria en zonas industriales (Zonas especializadas)			Localización de uso del suelo	
	Cumplir con norma nacional MADS: Decreto 1076 de 2015			Valores límite de calidad acústica nacional	
	Medida de retiro de 15 metros arborizado desde el lindero al interior de predios industriales, colindantes con uso residencial			Distancia en predio industrial	
	Medida de retiro de 15 metros arborizado desde el lindero al interior de predios residenciales, colindantes con uso industrial			Distancia en predio residencial	
	Plantear sistemas de aislamiento acústico y elementos de acondicionamiento acústico en la construcción de viviendas				

Nota. Elaboración propia a partir del Acuerdo 030 de 1999 PBOT Chinchiná

12.6.8 Medidas De Intervención No Estructurales Contenidas En El Eot De Supía

Normas Urbanísticas de Edificabilidad. A continuación, se presenta la compilación de normas urbanísticas relacionadas con edificabilidad permitidas en el área de estudio para el suelo suburbano y para el suelo rural: El uso principal es Agrovillas y vivienda campestre, usos complementarios turismo clase I, institucional clase I e industria clase I, el tratamiento es de desarrollo con un índice de ocupación de 0.30 según lo establece el artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la densidad es de 7 Viv/Ha, aislamiento

anterior de 6 m libres mínimo si se encuentra frente a una vía y el lote mínimo deberá ser de 1.428 m².

Las normas urbanísticas y edificabilidad para predios del suelo rural y para la categoría suburbano del suelo rural será manejada de conformidad al Artículo 18 del Acuerdo 025 de 2001 del EOT Supía.

En el artículo 27 del Acuerdo 025 de 2001 sobre normas urbanísticas en zona campestre, aplica exclusivamente para suelo urbano, pero se tendrá como referente para la altura máxima permitida en el artículo 38 (p.45) que corresponde a 2 pisos o 7 metros, ya que el uso principal del suelo suburbano del área de estudio es vivienda campestre. Así mismo, en el Artículo 39 sobre aprovechamiento del suelo y normas de cesiones urbanísticas para parcelación, establece las cesiones urbanísticas, en el artículo 40 las normas de habitabilidad.

Normas Urbanísticas de Áreas de Actividad y Usos. A continuación, se presenta la compilación de normas urbanísticas relacionadas con áreas de actividad y usos permitidos en el área de estudio de Supía para el suelo suburbano y suelo rural:

En el Artículo 1 del Acuerdo 008 de 2010 del Esquema de Ordenamiento Territorial de Supía, establece áreas para el asentamiento industrial, señalando como aptos para el uso industrial los siguientes terrenos: “Los ubicados en la actual zona de ladrilleras por fuera del área urbana, entre el cementerio católico y el sector de la vereda Mochilón y El Llano” y como suelo con aptitud para uso agropecuario y forestal el Artículo 17 del Acuerdo 025 de 2001 EOT Supía define:

AREAS DE USO AGROPECUARIO: Se consideran con potencial de uso agropecuario todos los terrenos del municipio que no han sido definidos como suelo urbano, suelo de protección con preservación estricta y se considera que no es de uso pecuario los terrenos definidos como de protección con conservación activa con excepción de los estanques para peces... (Alcaldía de Supía, 2001, p.20)

AREAS DE USO FORESTAL: Se consideran con vocación para plantaciones forestales las áreas que han sido objeto de explotaciones mineras a cielo abierto, los terrenos que presentan altas concentraciones de humedad (Alto y Bajo Sevilla, Dos Quebradas, Murillo, Mudarra y Las Vegas entre las principales).

Se considera también que el uso forestal es compatible con el uso agropecuario.
(Alcaldía de Supía, 2001, p.21)

Respecto a las áreas de uso minero, dispone en el mismo artículo lo siguiente:

Zonas para explotación de arcillas: Se considera como zona especial de explotación de arcillas las ubicadas al oriente de la zona suburbana en el sector del cementerio de Obispo (Vereda Muchilón), por el potencial mineral, por la infraestructura instalada y por la generación de empleo actual. Sin embargo, no se permite el asentamiento de otras empresas o plantas de transformación en este sitio, porque el acuerdo con los resultados y recomendaciones de CORPOCALDAS (grupo Aire) la zona está saturada y es el punto crítico de niveles de emisión.

Las plantas de transformación o beneficio se ubicarán alejadas de zonas urbanizadas una distancia óptima de 1.500 metros o como mínimo 500 metros. En todos los casos, las plantas de beneficio o de transformación deberán estar rodeadas o protegidas por barreras vivas de amplio follaje. (Alcaldía de Supía, 2001, p.21)

En el suelo suburbano se permite el uso industrial clase I como complementario y el uso Industrial clase II como compatible; sin embargo, en el suelo rural se encuentran establecidas varias ladrilleras las cuales se clasifican según el EOT de Supía como Industria Mediana y Grande clase III. En el Artículo 35 del Acuerdo 025 de 2001 EOT Supía que contempla la norma de usos industriales resaltamos que:

INDUSTRIA MEDIANA y GRANDE CLASE III: Son fábricas o industrias por lo general de tamaño medio o grande, con un alto impacto ambiental y urbanístico por lo cual requieren restricciones especiales de localización limitadas solo a zonas industriales:

- ◆ Localización en edificaciones especializadas con funcionamiento de sistemas y maquinas igualmente especializadas.
- ◆ Abastecimiento de materias primas y productos terminados con vehículos pesados que requieren estructuras de cargue, descargue y accesos adecuados.
- ◆ Requieren de mano de obra especializada.
- ◆ Requieren de sitios para estacionamiento de vehículos particulares y acceso de transporte público.

- ◆ Necesidad de equipos de control de contaminantes y de franjas de aislamientos de control ambiental.

- ◆ Generación en sus alrededores de usos complementarios.

En el caso de Supía las industrias ladrilleras, productores de pisos, enchapes o tejas deben:

- ◆ Localizarse fuera del perímetro urbano preferiblemente en la Felisa o en la zona norte (Vereda Murillito o Salida a Caramanta)

- ◆ Deben estar alejados de la vivienda como mínimo 500 m, óptimo 1.500

- ◆ Deben tener estrictamente toda la infraestructura para el control de emisiones y contaminaciones, de no tenerla le será suspendida la licencia de funcionamiento.

La industria II y III requiere de áreas perimetrales de elementos de mitigación ambientales o amortiguación contra ruido y otros impactos negativos al medio natural. (Alcaldía de Supía, 2001, p.39)

Normas para la infraestructura vial:

Artículo 20. SISTEMA VIAL: (plano # 42) AREAS PARA EL SISTEMA VIAL PRINCIPAL

(...) El sistema vial de la cabecera del municipio de Supía estará constituido por las siguientes vías:

Vía urbana regional primaria (VR1): Comprende el tramo de vía de la carretera Troncal de Occidente o carretera # 25 del país, que pasa por el caso urbano de Supía. Con las especificaciones técnicas definidas por INVIAS. Las intersecciones con esta vía se harán por medio de glorietas y la circulación de peatones o andenes y ciclovías anexos a esta vía estarán aislados por separadores que garanticen la seguridad personal; esta vía deberá contener además zonas de amortiguación de ruido, barreras de mitigación de emisiones atmosféricas móviles. (Alcaldía de Supía, 2001, p.25)

12.6.9 Síntesis De Resultados Contenidos En El EOT De Supía

Síntesis de normas urbanísticas aplicables al polígono de estudio a continuación en la Tabla 30.

TABLA 30 SÍNTESIS DE NORMAS URBANÍSTICAS DE USO Y EDIFICABILIDAD

Esquema de Ordenamiento Territorial Supía														
AE	U/R	ID	Ámbito normativo	Tratamiento urbanístico	Uso Industrial permitido	Uso Principal Residencial permitido	Uso Residencial permitido	DENSIDAD	LC	LO	Altura máxima	Retiro	Lote mínimo (m2)	Cesiones y Obligaciones urbanísticas
Área de Estudio Supía	Suburbano	RS-1	N/A	Desarrollo (Zona para explotación de arcillas saturada, no se permiten nuevas)	EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS INDUSTRIAL CLASE I, INDUSTRIAL CLASE II	VIVIENDA CAMPESTRE	VU/ VB/ VM/ VCA	7 viv/ha	N/A	0,3	2 pisos o siete (7) metros	6m frente a vía	1.428	En parcelación residencial: espacio público: 15m ² por habitante vías: Entre 0,5 y 1m ² por habitante Densidad poblacional: 5hab por vivienda
		RS-2								0,3			1.428	
		RS-3								0,3			1.428	
		RS-4								0,3			1.428	
		RS-5								0,3			1.428	
		RS-6								0,3			1.428	
		RS-7								0,3			1.428	
		RS-8								0,3			1.428	
		RS-9								0,3			1.428	
		RS-10								0,3			1.428	
	Rural	R-1	N/A	N/A	INDUSTRIA CLASE III (hadrilleras)	N/A	VIVIENDA CAMPESINA POTENCIAL AGROPECUARIO	Agrícola: 5 a 10 has Mixta o ganadera: 10 a 20 has	N/A	N/A	2 pisos o siete (7) metros (no hay norma para suelo rural pero la norma de todos los tratamientos urbanos de supía es 2 pisos)	N/A	N/A	N/A
		R-2												
		R-3												
		R-4												
		R-6												
		R-7												
		R-8												
		R-9												
		R-10												
		R-11												
R-5														
R-12														
R-13														
R-14														
R-15														
R-16														
R-17														
R-19														
R-18														

Nota. Acuerdo 025 de 2001 EOT Supía

12.6.10 Síntesis De Medidas De Intervención Para Áreas Receptoras De Contaminación Acústica

TABLA 31 SÍNTESIS DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA ÁREAS CON CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SEGÚN EOT

Medidas de intervención en zonas con contaminación acústica		Clasificación de Medidas			
		Estructural	No estructural	Tipo de medida No estructural	Medible No medible
Impactos ambientales y requerimientos de uso	Restricción de localización de nueva industria en zonas con saturación de niveles de emisión			Localización de uso del suelo	
	Medida de distancia entre 500 metros y 1500 metros arborizado (barrera viva de amplio follaje) entre industria y zonas urbanizadas			Distancia entre edificaciones	
	Plantear elementos de mitigación ambiental o amortiguamiento contra ruido en áreas perimetrales industriales			Zonas de amortiguamiento en áreas industriales	
	Plantear barreras de mitigación de emisiones en zonas de amortiguación de ruido del sistema vial principal			Zonas de amortiguamiento en vías nacionales	

Nota. Elaboración propia a partir del Acuerdo 025 de 2001 EOT Supía

12.7 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES ENUNCIADAS POR LOS ACTORES INVOLUCRADOS

Una vez agotadas las fases metodológicas del Mapa de Actores Clave MAC (Ver Anexo 2) mediante el cual se facilitó la identificación de los actores sociales que tienen influencia en las áreas de estudio, su caracterización, relaciones sociales existentes y priorización, se obtienen los siguientes resultados:

12.7.1 Actores Priorizados

- Corpocaldas en su rol de autoridad ambiental regional.
- Los Municipios como autoridades territoriales.

- Los Industriales como dinamizadores de la economía y protagonistas en el uso del suelo de los municipios objeto de estudio también denominados como emisores.
- Camacol como representante y vocero del gremio constructor y dinamizador de la economía.
- Residentes de los sectores a intervenir como pilares del desarrollo y para quienes se pretende lograr un mejor bienestar en el ejercicio de planificación.

Los actores priorizados, también denominados informantes han sido entrevistados a través del cuestionario de preguntas abiertas para acceder a su conocimiento y experiencia en las temáticas de estudio: Ruido ambiental, Ordenamiento territorial y la Identificación de medidas no estructurales para reducción de ruido ambiental.

12.7.2 Entrevista y Categorización de Respuestas

La Tabla 32, muestra la clasificación temática de la entrevista aplicada a cada uno de los actores mencionados anteriormente y las respuestas a los cuestionamientos formulados, las cuales han sido categorizadas para identificar las medidas de intervención en áreas de contaminación acústica.

Resultados de la Aplicación del Instrumento

Las instituciones en cabeza del ente territorial Municipio de Manizales, conocen el Plan de Ordenamiento Territorial 2017-2031 Acuerdo 0958 de 2017 y consideran acertado el plan parcial como instrumento de planificación aplicable para el área de estudio San Marcel, el ruido ambiental no ha sido percibido de manera directa pero el conocimiento que tienen del área de estudio les permite afirmar que si puede presentarse afectación no sólo por la presencia de la industria sino también por la vía nacional Panamericana, hacen referencia a normas urbanísticas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial como los retiros obligatorios de las zonas industriales y los planes de implantación, algunas de las acciones que aducen pueden reducir el ruido son de tipo estructural como las barreras vegetales y la insonorización de las viviendas.

TABLA 32 INFORMANTES Y RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

Informantes		Guía Entrevista (Cuestionario)					
ACTOR	ROL PROYECTO	8. ¿Son suficientes las acciones urbanísticas para reducir la contaminación acústica en las áreas de estudio?	9. ¿Cuáles acciones urbanísticas se podrían proponer para reducir la contaminación acústica en las áreas de estudio?	10. ¿En el marco de la revisión de los POT cual instrumento urbanístico (permiso y/o instrumento aplicará?)	11. ¿Tiene conocimiento de autoridades de licencia para las áreas objeto de estudio y qué tipo de propuestas?	12. ¿Conoce a la industria local iniciativas de crecimiento?	13. ¿Con el objetivo de tener referencias y contrastar a partir de datos un escenario prospectivo, cómo consideraría que se dará el desarrollo de cada área de estudio?
		Categorización de Respuestas					
		*Suficiencia *No suficiencia *Desconoce	*Estructurales *No estructurales	*Licencia Urbanización *Plan parcial *Plan de implantación	*Existencia *No existencia	*Conoce *Desconoce	*Uso residencial *Uso industrial *Mezcla de usos
SECRETARÍA PLANEACIÓN MUNICIPAL MANIZALES	REGULADOR	Suficiencia	No estructurales	Plan parcial y Plan de implantación	No existencia	Desconoce	Uso residencial
RESIDENTE ALHAMBRA	COMUNIDAD	NA	NA	NA	NA	Desconoce	Uso residencial
SECRETARÍA PLANEACIÓN MUNICIPAL SUPIA	REGULADOR	Desconoce	No estructurales	Plan parcial	No existencia	Desconoce	Mezcla de usos
CAMACCL	GREMIO CONSTRUCCIÓN	Suficiencia	Estructurales	Plan Parcial	Existencia	Desconoce	Mercado
SECRETARÍA PLANEACIÓN MUNICIPAL SUPIA	REGULADOR	Pericida	Urbanísticas	Estructurales	Ninguno	Desconoce VM	* + de 5

Informantes		Guía Entrevista (Cuestionario)					
ACTOR	ROL PROYECTO	8. ¿Son suficientes las acciones urbanísticas para reducir la contaminación acústica en las áreas de estudio?	9. ¿Cuáles acciones urbanísticas se podrían proponer para reducir la contaminación acústica en las áreas de estudio?	10. ¿En el marco de la revisión de los POT cual instrumento urbanístico (permiso y/o instrumento aplicará?)	11. ¿Tiene conocimiento de autoridades de licencia para las áreas objeto de estudio y qué tipo de propuestas?	12. ¿Conoce a la industria local iniciativas de crecimiento?	13. ¿Con el objetivo de tener referencias y contrastar a partir de datos un escenario prospectivo, cómo consideraría que se dará el desarrollo de cada área de estudio?
		Categorización de Respuestas					
		*Suficiencia *No suficiencia *Desconoce	*Estructurales *No estructurales	*Licencia Urbanización *Plan parcial *Plan de implantación	*Existencia *No existencia	*Conoce *Desconoce	*Uso residencial *Uso industrial *Mezcla de usos

Fuente: Elaboración propia

Mencionan también a nivel internacional países como Estados Unidos y España donde sus políticas en materia de contaminación del aire pueden ser referente, la postura frente a la mezcla de usos industrial y residencial es en acuerdo siempre que se establezcan normas claras a favor de ambos usos, la tipología de vivienda que consideran debe desarrollarse en el área de estudio es la vivienda multifamiliar según lo determina el POT y

afirman han existido trámites iniciales de licencias de urbanización por parte de constructores.

La comunidad representada por una residente del sector San Marcel y referente al tema de ruido ambiental afirma que no es percibido, por tanto, no es una problemática para ella. En su imaginario de ciudad contempla un modelo de ocupación similar al que existe hoy en sector La Alhambra, en el polígono denominado San Marcel, es decir, vivienda exenta para estratos 5 y 6.

El municipio de Supía representado por la Secretaría de Planeación Municipal, considera que la industria no debería estar localizada en el polígono objeto de estudio denominado Ladrilleras y que debería efectuarse un replanteamiento de los usos del suelo para la zona teniendo en cuenta factores como el déficit habitacional y la escasez de suelo urbanizable para llevar a cabo proyectos de vivienda. En cuanto al tema de ruido ambiental afirma que la industria ladrillera presente en el sector es el principal emisor.

El gremio constructor afirma que las medidas de mitigación de ruido deberán ser adoptadas por el gremio bajo los lineamientos de las Instituciones, Alcaldías y CORPOCALDAS y que es suficiente la norma establecida en los Planes de Ordenamiento Territorial, su postura es a favor de la mezcla de usos y considera que tanto normas urbanísticas como los retiros entre usos industrial y residencial y ambientales como los estudios detallados previa aprobación de licencias ambientales pueden evitar la contaminación acústica, el tipo de vivienda que se desarrolle en las áreas de estudio será determinada por el mercado en armonía con el POT

TABLA 33 SÍNTESIS DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA ÁREAS CON CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SEGÚN ACTORES

Clasificación de medidas					
Cuestionamiento	Medidas de Intervención Identificadas	Estructural	No Estructural	Tipo de Medida No estructural	Medible No Medible
¿Cuáles normas se deben cumplir en las áreas de estudio para evitar la contaminación acústica?	<p>Normas Urbanísticas para evitar la contaminación acústica</p> <p>Normas Ambientales para evitar la contaminación acústica</p>			<p>Clasificación de usos del suelo y distancia. Plan parcial y Plan de implantación</p> <p>Estudios detallados previa aprobación licencias ambientales</p>	
Cuestionamiento	Medidas de Intervención Identificadas	Estructural	No Estructural	Tipo de Medida No estructural	Medible No Medible
¿Qué acciones se han aplicado o ha conocido para contrarrestar la contaminación acústica?	<p>Barreras vegetales, pantallas</p> <p>Insonorización viviendas</p>				

12.8 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES REFERENCIADAS POR EXPERTOS

El desarrollo de las técnicas cualitativas abordadas en este ejercicio de investigación se encuentra detallado en el Apéndice B_DesarrolloTécnicasCualitativas. A continuación se presentan los resultados obtenidos en el encuentro grupal con expertos que hemos categorizado y agrupado en cuatro momentos para: 1) identificar la percepción respecto a la contaminación acústica que se presenta en las áreas de estudio, 2) recoger las recomendaciones de potenciales medidas de intervención para reducir los niveles de ruido

ambiental en las zonas residenciales con contaminación acústica, 3) identificar criterios técnicos relacionados con niveles de ruido ambiental para establecer normas urbanísticas y 4) registrar fuentes de información para la investigación.

Los expertos invitados a participar del ejercicio se relacionan a continuación en la Tabla 34, se contó con la participación de representantes de algunas de las instituciones invitadas como Alcaldía de Manizales, Alcaldía de Chinchiná, firma consultora Soundplan, Corpocaldas y un representante de la firma consultora Bes Ingeniería quienes ejecutaron el Contrato de prestación de servicios de apoyo a la gestión N° 249 UAM-Corpocaldas, 2017.

TABLA 34 EXPERTOS INVITADOS GRUPO FOCAL

Rol proyecto	Experto	Asistencia
Regulador Ente Territorial	ALCALDÍA	Asisten representantes de los municipios de Manizales (2 personas) y Chinchiná (2 personas), de Supía no asiste representante.
Autoridad Ambiental Regional	CORPOCALDAS	Asisten representantes (2 personas)
Experto en Ruido	Representante Soundplan	Asiste representante
Representante de Industriales	ANDI	No asiste
Representante Constructores	CAMACOL	No asiste
Director Instituto Nacional de Vías	Director INVIAS-Regional	No asiste
Coordinador Autoridad Ambiental Nacional	Representante ASOCAR	No asiste delega competencia en Autoridad Ambiental Regional.
Autoridad Ambiental Nacional	Representante MINAMBIENTE	No asiste delega competencia en Autoridad Ambiental Regional.
Sector salud	Fonoaudióloga experta en Audiología	No asiste

Fuente: Elaboración propia

De la aplicación de este instrumento se obtiene información para la investigación que orienta el desarrollo del Objetivo Específico 3. Clasificar medidas de intervención no

estructurales para establecer las restricciones y/o condicionamientos a las áreas con vocación residencial que son receptoras de contaminación acústica.

12.8.1 Resultados Del Ejercicio

En el momento de percepción se tuvo participación de cada uno de los expertos invitados, quienes de acuerdo con la contextualización previa y su experiencia determinaron la existencia de contaminación acústica por ruido ambiental en cada municipio, identificando que el ruido ambiental es generado por fuentes fijas (actividad industrial) y fuentes móviles (vehículos).

De manera generalizada se da respuesta positiva ante la viabilidad de construcción de vivienda en los tres municipios, pero condicionada a espacios de amortiguamiento o retiros de la industria y a la conservación y fortalecimiento de las áreas verdes o áreas de atenuación.

La discusión en el momento de identificación de medidas potenciales de intervención fue dada por los expertos en representación de la Autoridad Ambiental, es decir, CORPOCALDAS y los ingenieros representantes de las firmas consultoras Bes Ingeniería y SoundPlan, quienes afirman que deben generarse zonas de amortiguamiento o retiro del emisor, restringir la altura de edificación y mantener y fortalecer las características del territorio no asociadas como los cuerpos de vegetación.

En el momento de identificación de criterios técnicos para formulación de normas urbanísticas se menciona la conveniencia de la realización de estudios y análisis multicriterio para cada área a intervenir, es decir, en escenarios reales donde pueda hacerse una modelación de los proyectos en tiempo real y con los factores de afectación reales como requisito previo a la aprobación de la licencia ambiental. También exponen conceptos como sombra acústica producida por un edificio alto y como este edificio puede ser en sí mismo una barrera.

Es importante mencionar que los demás participantes representantes de los entes territoriales de los municipios de Manizales y Chinchiná (Supía no participó del encuentro) sólo participaron en el momento de percepción dando respuestas generales a los cuestionamientos formulados, pero no realizaron aportes en los demás momentos del

encuentro donde se discutían las principales temáticas para la identificación de medidas de intervención y criterios técnicos, lo cual es una reafirmación a la falta de conocimiento en materia de ruido ambiental por parte de los tomadores de decisiones en las Entidades Territoriales.

En cuanto a las fuentes de información recomendadas es importante aclarar que son en su mayoría documentos de carácter normativo que establecen fórmulas de reducción de ruido, pero al interior de la vivienda, establecen la combinación de medidas de tipo estructural como materiales constructivos en los diferentes elementos que componen el edificio como ventanería, fachadas, muros, etc. El otro documento recomendado es de contenido científico y aborda el ruido asociado al costo de la vivienda. Tanto los contenidos normativos recomendados como el científico han sido abordados en la revisión bibliográfica pero no en el análisis por estar fuera del alcance y objetivos de la investigación.

Las medidas de intervención de ruido ambiental que han sido identificadas en el ejercicio de grupo focal con expertos son las que a continuación se presentan en la Tablas 35 y 36:

TABLA 35 MEDIDAS IDENTIFICADAS

Medidas identificadas	Acciones
Barreras vegetales	Densidad copa, disposición (Funcionan en topografías planas). Tipos: Reflectivas y Absorbentes.
Altura de la edificación	Depende del ancho de la vía (inversamente proporcional) Órdenes de reflexión.
Gestión del tráfico	Restricción de pesados, restricción de velocidades.
Planeación red vial	Plantear materiales y espesor de vía previa su construcción.
Planeación red vial	Vía de doble sentido generan más ruido, disminución de la onda sonora en un solo sentido.
Planeación red vial	Modelación de la vía previa la construcción (Diseños).
Selección alternativas	Medidas tipo de acuerdo multicriterio de áreas específicas.

Medidas identificadas	Acciones
Tecnología	Software adquirido por la institución. Solicitar escenario real y correr la modelación previa autorización licencia ambiental.
Impuestos	El que contamina paga.

Fuente: Elaboración propia

TABLA 36 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Clasificación de medidas					
Medidas de Intervención Identificadas	Estructural	No Estructural	Tipo de Medidas No estructurales	Medible	
				Medible	No Medible
<p>Depende del ancho de la vía (inversamente proporcional) Órdenes de reflexión.</p> <p>El edificio puede comportarse como pantalla y a su vez generar sombra acústica.</p> <p>Restricción de pesados, restricción de velocidades.</p> <p>Modelación de la vía previa la construcción (Diseños), vía en un solo sentido disminuye la onda sonora.</p>			Barreras vegetales		
			Altura de la edificación		
			Diseño de la edificación		
			Gestión del tráfico		
			Planificación red vial		
Medidas de Intervención Identificadas	Estructural	No Estructural	Tipo de Medidas No estructurales	Medible	No Medible
Medidas tipo de acuerdo multicriterio de áreas específicas			Estudios detallados		

Clasificación de medidas	
Software adquirido por la institución. Solicitar escenario real y correr la modelación previa autorización licencia ambiental.	Tecnología
El que contamina paga	Impuestos

Fuente: Elaboración propia

12.9 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN CONTENIDOS NORMATIVOS

La identificación de medidas fue realizada a partir de la consulta de normas internacionales de países con trayectoria en la gestión del ruido bajo las variables:

- Medidas que establecen el porcentaje de reducción de decibeles y,
- Medidas que pueden establecerse como norma urbanística en los planes de ordenamiento territorial.

Otros parámetros de búsqueda fueron palabras clave como: Gestión de ruido, Ruido ambiental, Medidas de ruido, Reducción de ruido, Normas de ruido, Límites de ruido, las cuales fueron consultadas principalmente en bases de datos especializadas como: Scielo, Dialnet, Portal Redalyc, Proquest, Sidalc, Repositorios de Universidad Nacional de Colombia, Universidad Católica de Manizales y Universidad Autónoma de Manizales, entre otras.

Como resultado de la búsqueda se obtienen documentos normativos de países que integran La Unión Europea, España, México, Chile, Argentina y Colombia, los cuales se presentan ordenados de manera cronológica, enunciando su título y principal objetivo, el instrumento aplicado es la ficha de cita bibliográfica bajo el modelo de resumen analítico especializado (RAE) que integra 1. Información general del proyecto de investigación. 2. Información general del documento normativo en donde se registra título de la norma, autor, objetivo, planteamientos generales de la norma y palabras clave, y 3. Contenidos del documento en donde se registra el ID o número de medida de intervención de ruido, la medida identificada, la acción y el resultado esperado o fórmula de reducción de ruido según el caso. A continuación, se citan los documentos normativos consultados y sus principales objetivos:

- ***Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, México, 1971.***

El objetivo prevención y el control de la contaminación y el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente, actividades que se declaran de interés público.

- **DIN 18005: 1987 "Noise Abatement in Town Planning: Calculation Methods", Alemania.**

Esta norma establece los procedimientos y métodos de cálculo para la planificación urbana desde el punto de vista acústico, además entrega las herramientas topográficas para la representación de los mapas de ruido. La norma alemana DIN 18005 es similar a la norma internacional ISO 1996.

- **Ley 19.300, Sobre Bases Generales Del Medio Ambiente, Chile.**

El objetivo es permitir instalar en el país las bases jurídico ambientales, estableciendo como ley marco la premisa de que ninguna actividad, por legítima que sea, puede desenvolverse a costa del medio ambiente.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994.**

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.

- **Política Futura de Lucha Contra El Ruido. Libro Verde de la Comisión Europea (1996).**

Adopta la política de reducción de ruido basada en responsabilidad compartida: 1) establecer objetivos. 2) Controlar los progresos. 3) Adoptar medidas de mejora. 4) Estandarización.

- **Decreto 146 de 1997, Chile.**

Establece normas de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el Decreto N° 286 de 1984, del Ministerio de Salud. Esta es una norma de emisión que protege a la comunidad que se ve afectada por problemas de contaminación acústica, desde el punto de vista de la salud pública, y que son originados por las molestias generadas por el ruido producidos por fuentes fijas.

- **Nch2502/1 1999. Acústica. Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Parte 1: Magnitudes Básicas y Procedimientos, Chile.**

Esta norma es la homologación de la norma internacional ISO 1996-1: 1982 “Acoustic – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures” (ISO 1982), define las magnitudes básicas para ser empleadas en la descripción del ruido en ambientes comunitarios, y describe los procedimientos básicos para la determinación de estas magnitudes.

- **Nch2502/2 1999. Acústica. Descripción y Medición del Ruido Ambiental – Parte 2: Recolección de Datos Pertenecientes al Uso de Suelo, Chile.**

Esta norma es una homologación de la norma internacional ISO 1996 – 2: 1987 “Acoustic – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use” (ISO 1987), describe los métodos a utilizar, para medir y describir el ruido ambiente desde el punto de vista de los usos de suelos en general. Su propósito central es proveer los métodos de recolección de datos para describir el ruido ambiente. Su utilización permite establecer un sistema apropiado para la selección de los usos suelos, en cuanto a los niveles de ruido que los afecten y para áreas específicamente ruidosas, se pueden volver a planificar los usos de suelos ya existentes, determinando así zonas más contaminadas que otras.

- **Decreto 594 del 29 de abril de 2000, Chile.**

Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo que establece el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Básicas en los Lugares de Trabajo.

- **Iso 1996-1-2003. Estándar Internacional.**

Esta norma describe los métodos para la recolección de datos en estudios de acústica ambiental, desde el punto de vista de los usos de suelo en general. 1) Para la recolección de datos pertinentes a los usos de suelos, establece la siguiente información básica: descripción geográfica del área, descripción de las principales características de las fuentes de ruido y situación del receptor. 2) Selecciona intervalos temporales que deben ser especificados de manera que cubran las actividades humanas típicas. 3) Recomienda elegir condiciones climáticas normales para facilitar la comparación de los resultados. 4)

Especifica una representación topográfica de los resultados para diferentes zonas de ruido, donde los detalles y escala del mapa dependen del: tamaño estructura, el uso del área considerada y el objetivo de la planificación.

- **Ley 37 De 2003. Ley del Ruido, España.**

Esta ley tiene por objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente. Dentro de sus planteamientos generales se encuentran: 1) Determinar la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros. 2) Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos. 3) Adoptar planes de acción por los Estados miembros tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

- **Ley 1540 DE 2004. Control de la Contaminación Acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

El objeto de esta ley es prevenir, controlar y corregir, la contaminación acústica que afecta tanto a la salud de las personas como al ambiente, protegiéndolos contra ruidos y vibraciones provenientes de fuentes fijas y móviles, así como regular las actuaciones en materia de ruido y vibraciones en el ámbito de competencia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

- **Ordenanza del 25 de febrero de 2011 De Protección Contra la Contaminación Acústica y Térmica, Madrid.**

Cuyo objetivo es regular el ejercicio de las competencias que en materia de protección del medio ambiente y la salud pública corresponden al Ayuntamiento en orden a la protección de las personas y los bienes contra las agresiones derivadas de la contaminación acústica y térmica.

- **Guía de Aplicación del DB HR Protección Frente al Ruido. Versión V.02 de septiembre de 2014, España.**

Cuyo objetivo es dar una adecuada respuesta a la exigencia básica de protección frente al ruido, en la elaboración del DB HR se han perseguido, entre otros, los siguientes objetivos:

Elevar los niveles de aislamiento acústico reglamentarios en la edificación en respuesta a una demanda social generalizada, adecuándolos a la media europea.

Contemplar adecuadamente los mecanismos de transmisión acústica entre recintos, incluida la transmisión de ruido por flancos, superando así las deficiencias de la NBE-CA en la predicción de la transmisión del ruido entre recintos.

Limitar el ruido reverberante en aquellas estancias, como aulas y salas de conferencia, donde es necesario conseguir adecuados niveles de inteligibilidad, o comedores y restaurantes, donde debe limitarse convenientemente el ruido de fondo.

- **Decreto 948 De 1995. Por el cual se Reglamentan, Parcialmente, La Ley 23 de 1973, los Artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; Los Artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de La Ley 9 De 1979; y La Ley 99 De 1993, En Relación con la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y la Protección de la Calidad del Aire, Colombia.**

Cuyo objetivo es definir el marco de las acciones y los mecanismos administrativos de que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire; a fin de mejorar la calidad de vida de la población y procurar su bienestar bajo el principio del desarrollo sostenible.

- **Resolución 627 del 7 de abril de 2006. Por la cual se Establece La Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental, Colombia.**

Fija para todo el territorio nacional, la norma nacional de emisión de ruido y norma de ruido ambiental.

- **Medición de Ruido Ambiental en el Municipio de Chinchiná. Contrato 169 2012. CORPOCALDAS.**

Cuyo objetivo es medir el ruido ambiental a partir de los niveles de presión sonora.

- **Medición de Ruido Ambiental en la Ciudad de Manizales. Contrato 198 2013. CORPOCALDAS.**

Informe final abril 2 de 2014. Parte 2. Cuyo objeto es medir el ruido ambiental a partir de los niveles de presión sonora.

- **Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se Expide el Decreto Único Reglamentario Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia.**

Cuyo objetivo es compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen el sector Ambiente.

- **Medición de Ruido Ambiental en el Municipio de Dorada. Contrato 236-2014. CORPOCALDAS.**

Cuyo objetivo es medir el ruido ambiental a partir de los niveles de presión sonora.

- **Mediciones de Ruido Ambiental y Elaboración del Plan de Descontaminación por Ruido en Villamaría, Caldas. Contrato 159-2015. CORPOCALDAS.**

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

- **Mediciones de Ruido Ambiental y Elaboración del Plan de Descontaminación por Ruido en Villamaría, Caldas. Contrato 159-2015. CORPOCALDAS.**

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

A partir de la consulta se construyen 22 fichas de citas bibliográficas RAE que contienen 103 medidas de intervención de ruido identificadas. A continuación, los documentos normativos que generan protagonismo por su contenido no sólo en materia de medidas de intervención sino también como fundamento para su posterior clasificación:

- **Política futura de lucha contra el ruido. Libro Verde de la Comisión Europea (1996)**

Establece en sus planteamientos generales: 1) Reducir el ruido en la fuente. 2) Limitar la transmisión de ruido con barreras. 3) Reducir el ruido en punto de recepción.

Las medidas identificadas en esta norma son:

Normas de emisión. Son definidas por el gobierno y son los valores límite que se aplican a fuentes individuales emisoras para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en ruido.

Normas de inmisión. Según el numeral 5. Instrumentos para reducir la exposición al ruido: “Las normas para las inmisiones se basan en criterios de calidad acústica o en valores de orientación para la exposición al ruido que deban aplicarse a situaciones específicas y que normalmente se incorporan a los procedimientos de planificación. (p.35)

La planificación territorial definida como un instrumento fundamental para la reducción del ruido.

Medidas infraestructurales. Que limitan la transmisión de ruido como, por ejemplo: pantallas, aislamiento de edificaciones, entre otras, y las que contribuyen a la reducción de ruido en la fuente como por ejemplo el revestimiento de calzadas.

Instrumentos económicos. Como impuestos, tasas y subvenciones por implementación de medidas reductoras como kits silenciosos en vehículos pesados.

Investigación y desarrollo. Directamente relacionados con los efectos del ruido ambiental y métodos y tecnologías de punta de reducción de ruido.

Información y educación. haciendo referencia a las actividades de aceptación, cumplimiento de la reglamentación, fomento de cambio en los comportamientos y concientización de la población y políticos en cuanto a la problemática de ruido.

- **Ley 37 de 2003. Ley del Ruido (España)**

La ley de ruido según Alenza García (2003), en su artículo: La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental para la Revista jurídica de Navarra, presenta en su contenido tres finalidades: 1) Estructurarse como cabeza de la normativa de ruido en España, 2) Transponer la directiva comunitaria y 3) Incorporar mecanismos adicionales para mejorar la calidad acústica. (pp. 65-120)

Esta norma establece en sus planteamientos generales: 1) Determinar la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros. 2) Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos. 3) Adoptar planes de acción por los estados miembros tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

Las medidas identificadas en esta norma son:

Medidas de Acción Preventiva. En las cuales se encuentran la planificación territorial y el planeamiento urbanístico en torno a clasificación de los usos del suelo y autorizaciones ambientales integradas en actuaciones de licencia municipal, también intervención administrativa sobre emisores acústicos para garantizar que se mantengan los límites establecidos de emisión. El autocontrol, la prohibición de usos hospitalarios, residenciales, educativos, culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica y la creación de reservas de sonidos de origen natural objeto de planes de conservación o mejora.

Medidas de Acción Correctora. En las áreas acústicas en las cuales se incumplen los objetivos de calidad acústica, sujetas a la elaboración de planes zonales para mejora acústica progresiva hasta lograr los objetivos de calidad acústica y asegurar su cumplimiento.

Medidas de Acción Intermedia. Como los planes de acción que fijan acciones tanto preventivas como correctoras relativas a la contaminación acústica y que corresponden a los mapas de ruido.

- **Decreto No.1077 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio diario oficial. Bogotá, D.C., 2015. Colombia.**

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables y está encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas de recuperación,

conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible. También debe dirigir el Sistema Nacional Ambiental-SINA-.

En el ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.2.7 de la norma se definen las medidas de intervención para prevenir, mitigar y/o reducir el riesgo, amenaza y/o vulnerabilidad, planteando medidas estructurales y no estructurales.

Las medidas identificadas en esta norma son:

Medidas Estructurales. Son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes.

Medidas No Estructurales. Orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas, proyectos para la implementación de sistemas de alertas tempranas en los casos que aplique, así como la socialización y apropiación cultural de los principios de responsabilidad y precaución.

12.9.1 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES EN CONTENIDOS CIENTÍFICOS

La identificación de medidas fue realizada a partir de la consulta de documentos científicos que abordan la gestión del ruido bajo las variables:

- Medidas que establecen el porcentaje de reducción de decibeles y,
- Medidas que pueden establecerse como norma urbanística en los planes de ordenamiento territorial.

Otros parámetros de búsqueda fueron palabras clave como: Gestión de ruido, Ruido ambiental, Medidas de ruido, Medidas de mitigación, Reducción de ruido, Contaminación acústica, Límites de ruido, las cuales fueron consultadas principalmente en las bases de datos especializadas ya mencionadas y bajo la aplicación del instrumento de ficha de cita bibliográfica RAE.

Como resultado de la búsqueda se obtienen documentos científicos a partir del año 1999 y hasta el año 2018, los cuales se presentan a continuación, ordenados de manera cronológica y enunciando su principal objetivo:

- **Ruido en la Ciudad. Contaminación Auditiva y Ciudad Caminable. Estudios Demográficos y Urbanos, Vol. 32, Núm. 1 (94), 2017, pp. 65-96, México.**

Cuyo objetivo consignado es mostrar la importancia de la ciudad caminable como un mecanismo para la reducción del ruido. Para ello, se analizan los niveles de ruido generados en algunas calles del Centro Histórico de la Ciudad de México tras su conversión peatonal, tomando como referencia el estudio realizado por la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT) en el año 2008.

- **2016. Ruido y Salud OSMAN Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía.**

Es un informe que recoge evidencia científica de ruido como factor de riesgo para diferentes patologías y las estrategias diseñadas para la protección de la salud. (p.6)

- **2015. Revisión de la Normatividad para el Ruido Acústico en Colombia y su Aplicación.**

Este artículo consigna una revisión normativa referente al ruido en Colombia y su aplicación mediante estudio de casos en las principales ciudades del país. (Casas O.; Betancur C., Montaña J., 2015)

- **2015. Contaminación por Ruido en el Centro Histórico de Matamoros.**

Este estudio tiene como objetivos determinar el nivel de ruido ambiental diurno al que está expuesta la población en el centro histórico de la ciudad de Matamoros, así como describir el grado de molestia con que las personas lo perciben.

- **2015. Ruido Ambiental, Comunicación y Normatividad en la Ciudad de México.**

El artículo establece que el control del ruido está en manos de diferentes actores, gobernantes y autoridades, profesionales del urbanismo, construcción, salud, la academia y la investigación, quienes, a través de la promoción de legislaciones, políticas públicas, acciones de prevención y protección pueden abordar la problemática de ruido en una de las ciudades más grandes del mundo, la ciudad de México.

- **2013. Crecimiento Económico y Sostenibilidad Ambiental. Un Reto Compartido por Colombia y China.**

El artículo es una Revisión de las políticas medio ambientales de China y Colombia donde se evidencia cómo la contaminación del agua y la contaminación del aire han afectado a China y a Colombia, y asimismo busca analizar si las políticas efectuadas para controlar los efectos de la contaminación ambiental han sido efectiva a través del índice de desempeño ambiental. (Estrada D. 2013)

- **2013. Trabajo de Tesis: Recomendaciones para el Diseño, Desarrollo y Presentación de Mapas de Ruido en Chile.**

El trabajo desarrolla una guía de recomendaciones para la realización de los mapas de ruido en Chile.

- **2012. Diagnóstico y Modelación Tridimensional de la Relación Zona Residencial – Microclima Acústico. Caso de Estudio "Reparto Escambray".**

Esta investigación centra su desarrollo metodológico en el diagnóstico para determinar la realidad entorno al microclima acústico de los sectores urbanos estudiados para elaborar medidas de control. (Díaz J. 2012)

- **2012. Tesis Doctoral. Pérdida Auditiva por Contaminación Acústica Laboral en Santiago de Chile. Barcelona.**

Estable un modelo predictivo de la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral y la adopción de medidas preventivas a través de marcos regulatorios de gestión de ruido ambiental.

- **2011. El Ruido Vehicular Urbano: Problemática Agobiante de los Países en Vía de Desarrollo.**

Este artículo realiza revisión del estado del arte referente al ruido vehicular urbano identificando causas y consecuencias y soluciones para países en vía de desarrollo.

- **2010. Gestión para la Prevención y Mitigación del Ruido Urbano, este Artículo Consolida Diferentes Estrategias Integrales de Gestión Ambiental de Ruido en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.**

Administra dos estaciones fijas de calidad acústica y divulga la importancia de los mapas de ruido y plantea estrategias de reducción del ruido por tráfico rodado consistentes en instrumentos económicos.

- **2009. Plan de Acción en Materia de Contaminación Acústica. Tomo I, Memoria 2009.**

Este documento establece que, las medidas y propuestas suponen un paso más en la labor que desde el Ayuntamiento de Madrid se está desarrollando para mitigar los problemas derivados del ruido. Son una muestra de la actitud y disposición que de forma integral tienen todas las Áreas de Gobierno de este Ayuntamiento frente al problema del ruido para alcanzar una ciudad más habitable. (p. 6)

- **2006. Del Concepto de Ruido Urbano al de Paisaje Sonoro.**

El objetivo de este trabajo es revisar la evolución que ha tenido la investigación en torno a la evaluación del ruido en zonas habitacionales urbanas. Numerosas se han realizado con el fin de establecer los efectos negativos del ruido urbano; se ha encontrado que la molestia es uno de los más importantes, en términos del número de personas afectadas. Para proteger a la comunidad se han publicado normas y recomendaciones que establecen niveles aceptables máximos de ruido. Sin embargo, investigaciones recientes han mostrado que la respuesta al ruido es compleja y que el nivel sonoro no es la única variable que influye en ella. (González, G. y Santillán, A. 2006).

- **2003. La Nueva Estrategia Contra la Contaminación Acústica el Ruido Ambiental. 2003.**

Es un artículo con enfoque jurídico que expone la incorporación de una nueva estrategia contra la contaminación acústica en España contenida en la Ley del ruido.

- **2001. Propuesta para la Implementación de un Plan de Manejo de Ruido para la Ciudad de Temuco.**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de: Licenciado en acústica y al título profesional de Ingeniero Acústico. En este trabajo se elabora una propuesta de ordenanza sobre ruido ambiental.

- **2000. El Ruido y su Mitigación. Módulo 5c. Transporte Sostenible: Texto de Referencia para Formadores de Políticas Públicas en Ciudades de Desarrollo.**

Dentro de sus planteamientos generales se encuentran 1) Descripción de los conceptos básicos de ruido y algunos de sus impactos. 2) Esbozo de medidas de

reparación relevantes para los países en desarrollo, concentrándose en seis flancos: a) Estándares del nivel de ruido. b) Medidas vehiculares. c) Control de uso del suelo. d) Gestión del tráfico. e) Diseño y mantenimiento de superficies. f) Diseño y Geometría vial. (p. 9)

- **1999. Guías para el Ruido Urbano. La Traducción ha sido Realizada en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS.**

El objetivo de la OMS al preparar estas guías es consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales.

A partir de la consulta se construyen 17 fichas de citas bibliográficas RAE que contienen 120 medidas de intervención de ruido identificadas. A continuación, se referencian los documentos científicos que generan protagonismo por su contenido no sólo en materia de medidas de intervención sino también por su posible utilización como fundamento de clasificación:

- **El Ruido Vehicular Urbano: Problemática Agobiante de los Países en Vía de Desarrollo. Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011).**

El artículo establece en sus planteamientos generales: 1) La revisión de causas y consecuencias del ruido vehicular urbano y, 2) Identificar soluciones dentro del contexto de países en vía de desarrollo.

Las Medidas Identificadas son:

Medidas Sobre la Fuente. Son aquellos controles ejercidos en el emisor y el artículo afirma que los principales contaminantes son los buses, camiones y motocicletas y abarca acciones como: Reducción del flujo vehicular, impuestos y peajes, control de la velocidad, incentivación del uso del transporte público, entre otras.

Medidas sobre la Propagación. Hace referencia a la construcción de barreras acústicas que suelen ser medidas de mitigación y corrección. También afirma que la

vegetación arbustiva no constituye una buena barrera acústica por la poca disminución de intensidad de dBA.

Medidas Sobre el Receptor. Cita la insonorización de viviendas que mitiga los niveles de ruido al interior de estas y afirma que los costos de estas medidas en países desarrollados recaen en los mismos proyectos de transporte, pero es probable que en países en vía de desarrollo sean asumidos por la población residente.

- **Guías Para El Ruido Urbano. La Traducción ha sido Realizada en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. (1999).**

El texto establece que las guías para el ruido urbano relacionadas con la salud pueden servir de base para preparar normas teniendo como referencia el manejo del ruido. Los aspectos claves del manejo del ruido incluyen las opciones para reducirlo, modelos de predicción y evaluación del control en la fuente, normas de emisión de ruidos para fuentes existentes y planificadas, evaluación de la exposición al ruido y las pruebas de cumplimiento de la exposición al ruido con las normas de emisión.

Las Medidas Identificadas son:

Medidas de Mitigación y Prevención. La guía determina la elaboración de un plan de manejo de ruido que incluye el monitoreo de los niveles de ruido, la elaboración de mapas y modelos de exposición al ruido, enfoques para el control del ruido y la evaluación de las opciones de control.

12.10 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN IDENTIFICADAS EN CONTENIDOS CIENTÍFICOS CON ENFOQUE EN DISEÑO URBANO

Se realiza consulta especializada tomando como nuevo parámetro el diseño urbano y palabras claves como: Planeamiento urbanístico, Fachadas vegetales, Confort acústico, Aislamiento acústico y Control de ruido en la edificación. A continuación, se citan los documentos científicos, su objetivo y medidas identificadas:

- **Guía Metodológica para la Realización de los Estudios Acústicos Requeridos por el Decreto 78/99 de la Comunidad de Madrid.**

El principal objetivo de esta guía es que los organismos, empresas y particulares que estén afectados por la problemática puedan contar con un documento de referencia a la hora de redactar e interpretar los estudios acústicos. También prevé la definición de zonas de transición acústica que tienen como función disminuir ruido que surge al colindar dos zonas de comportamientos diferentes.

Las Medidas Identificadas en la Guía y que pueden Fundamentar su Clasificación:

Medidas que Afectan la Producción, Propagación o Recepción de Ruido. Esta es la clasificación de las medidas correctoras según la guía y son medidas que afectan la producción del ruido, es decir, actúan sobre los emisores; medidas que afectan a la propagación del ruido y son aquellas que sirven como obstáculo entre el emisor y el receptor y medidas que afectan la recepción del ruido, donde establece dos tipos, una la disposición de los receptores y las medidas de aislamiento acústico de los edificios.

- **Ruido y Planeamiento Urbano. El Caso de la CCAA de Madrid. González García, M. (2006).**

El presente artículo intenta dar respuesta a la integración del estudio acústico con el proceso de planificación, proponiendo una metodología para conseguir este objetivo. La metodología que se propone se encuentra enfocada a los estudios acústicos para Planeamiento General, aunque es también aplicable a Planificación de orden menor. La principal diferencia es la escala de trabajo y el grado de definición alcanzado por las medidas que se desarrollan.

La Medida Identificada es:

Estudios Acústicos en el Proceso de Planificación Urbanística. Este estudio incorpora los estudios acústicos en la situación preoperacional, post operacional, en la aprobación del planeamiento general, en planes parciales o de sectorización y en el proyecto de urbanización.

- **Estudio Técnico. Diseño de una Fachada Vegetal en la Escuela de Ingeniería de Minas y Obras Públicas. (Zubiri, Moro, Erik Alexander, 2018).**

El estudio consiste en el estudio energético de una fachada vegetal en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Minas y Obras Públicas (EUITIMOP).

La Medida Identificada Es:

Las Fachadas Vegetales. Tienen efecto de amortiguación y absorción del ruido actuando como pantallas acústicas y aislando los edificios acústicamente.

Las Cubiertas Vegetales. Pueden reducir el sonido en más de 8 dB en el interior del edificio.

- **Influencia de la Conformación de Fachadas en la Atenuación del Ruido. Maristany, A., Abadía, L., agosto, M., Carrizo Miranda, L. (2012).**

El objetivo de esta ponencia es presentar resultados de análisis de casos destinados a evaluar la atenuación acústica basada en la conformación y geometría de los planos de fachada y su incidencia en el aislamiento acústico global.

La Medida Identificada es:

El aislamiento acústico del elemento de cierre y la potencial atenuación producida por la forma del plano de fachada.

- **El ruido. Madrid, Spain: Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. (2018).**

Respecto a las medidas específicas de planeamiento urbanístico para contaminación de ruido ambiental generada por fuentes móviles en el libro *El Ruido*.

Se Identifican Medidas de Distancia, Retiros o Aislamientos como: Calzadas con Un Solo Sentido Vial, es decir diseño de perfiles viales; glorietas para reducción de velocidad de vehículos, es decir diseño geométrico para reducir velocidad en vías y, zonas urbanizadas alejadas de las vías de circulación rápida, es decir medidas de distancia, retiros o aislamientos.

La Planificación Urbanística. A través de la cual se puede y se debe contribuir a crear ciudades menos ruidosas que tengan en cuenta aquellos elementos que ayudan a limitar los niveles sonoros, sobre todo con relación al ruido de tráfico, por ejemplo, impulsando calles de dirección única, rotondas que permitan reducir la velocidad de los vehículos o zonas urbanizadas suficientemente alejadas de las vías de circulación rápida. Además de esta planificación, las administraciones deben ejecutar las actuaciones necesarias para que se respeten los niveles máximos permitidos en la regulación que hemos visto en el capítulo anterior, declarando zonas acústicas saturadas o denegando licencias de funcionamiento a los locales ruidosos, entre otras.

En numerosas ocasiones estas medidas no son suficientes y es imprescindible complementar con soluciones de ingeniería acústica, entre las que se encuentran las denominadas técnicas pasivas, apropiadas para los ruidos de frecuencias medias y altas (Beranek y Ver, 1992), las técnicas activas (Nelson y Elliot, 1992), utilizadas en ruidos de baja frecuencia y las técnicas híbridas pasivas activas (Cobo, 1997), que deberán aplicarse en el caso de ruidos con contenido en toda la banda de frecuencias. (Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M., 2018, pp.61-62).

Las Medidas Identificadas y que serán Fundamento para la Clasificación son: *Medidas De Control: Planificación urbanística, Actuación administrativa y la Ingeniería acústica.* Cuando los niveles de ruido superan los valores máximos que permite la regulación, es necesario aplicar técnicas de control. Controlar el ruido es un reto tecnológico importante debido a su complejidad frecuencial, temporal y espacial, y lleva asociado un coste económico, por lo que, habitualmente, más que tratar de cancelar el ruido completamente, es preferible disminuirlo hasta niveles aceptables (Cobo, 1997).

Las medidas de control de ruido se pueden agrupar en tres categorías. Las dos primeras, la planificación urbanística y la actuación administrativa, se aplican en el marco de las competencias asignadas a las diferentes administraciones de nuestro ordenamiento jurídico, y la tercera, la ingeniería acústica, ofrece soluciones técnicas efectivas que son un complemento a las anteriores medidas de planificación y actuación. (Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M., 2018, p.61)

12.11 FUNDAMENTOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS IDENTIFICADAS TANTO EN LOS DOCUMENTOS DE CONTENIDO NORMATIVO COMO EN LOS DOCUMENTOS DE CONTENIDO CIENTÍFICO

En la Tabla 36, se presenta la síntesis del ejercicio de identificación en la consulta normativa y científica para la clasificación de las medidas de intervención de ruido ambiental.

TABLA 37 FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE
MEDIDAS DE INTERVENCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

Fundamento Teórico de Clasificación de Medidas de Intervención de Ruido Ambiental		
Id	Medida	Referencia bibliográfica
1	Normas de emisión (Fuentes individuales)	
2	Normas de inmisión	
3	Planificación territorial Infraestructurales:	
4	* Limitan la transmisión del ruido * Contribuyen a la reducción del ruido en la fuente	Comisión de las Comunidades Europeas. (1996). LIBRO VERDE DE LA COMISIÓN EUROPEA (1996): Política futura de lucha contra el ruido. Bruselas, 04.11.1996. COM (96) 540 final. https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/8d243fb5-ec92-4eee-aac0-0ab194b9d4f3/language-es
5	Instrumentos económicos	
6	Investigación y desarrollo	
7	Información y educación Control: Planificación Urbanística, Actuación Administrativa y la Ingeniería Acústica	Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. (2018). El ruido. Madrid, Spain: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. https://elibro.net/es/ereader/biblioucm/41922?page=61 .
8	Medida	Referencia bibliográfica
	Monitoreo control evaluación del control	Organización Mundial de la Salud, Ginebra. (1999). Guías para el ruido Urbano. http://cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Guias-Ruido-Urbano-OMS-1999.pdf
9	Acción preventiva	Gobierno español. (2003). Ley 37 de 2003. Ley del Ruido. (España). http://normativadecarreteras.com/listing/ley-372003-de-17-de-noviembre-del-ruido/
10	Acción correctiva	
11	Intervención estructural	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Decreto No.1077 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único

Fundamento Teórico de Clasificación de Medidas de Intervención de Ruido Ambiental

12	Intervención no estructural	Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio Diario oficial. Bogotá, D.C., 2015. Colombia.
13	Intermedias (Preventivas y correctivas)	Gobierno español. (2003). Ley 37 de 2003. Ley del Ruido. (España). http://normativadecarreteras.com/listing/ley-372003-de-17-de-noviembre-del-ruido/
14	Medidas que afectan la producción, propagación o recepción del ruido	Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el decreto 78/99 de la comunidad de Madrid.
15	Sobre la fuente	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35(137), 509-530.
16	Sobre la propagación	Retrieved August 30, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es .
17	En el receptor	

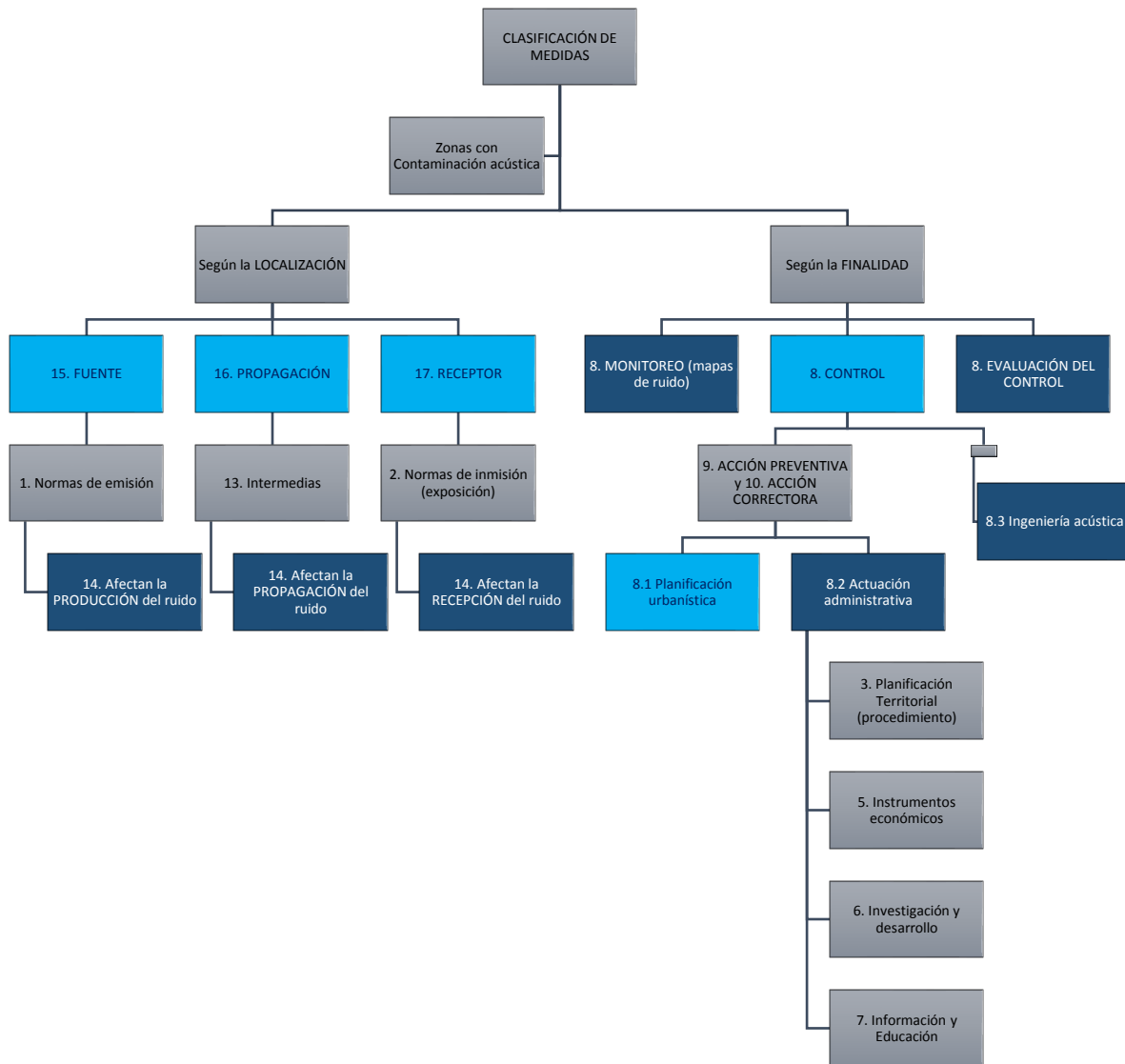
Fuente: Elaboración propia

Otro resultado fundamental para la clasificación es la base de datos (Ver Apéndice C), construida de manera paralela en el momento de la identificación de medidas en la consulta normativa y científica a través de las fichas bibliográficas RAE, contiene las medidas de intervención no estructurales identificadas y es la base sobre la cual se establecen los criterios de clasificación.

12.12 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES

A partir de la identificación de los fundamentos teóricos para la clasificación de las medidas de intervención en documentos normativos y científicos, encontramos que la clasificación se puede realizar en diferentes grupos: 1. Según la localización de la medida y 2. Según la finalidad de la medida. A continuación, en la Figura 50 se ilustra la clasificación establecida:

FIGURA 49 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS



Fuente: Elaboración propia

12.12.1 Clasificación De Medidas Según La Localización

La clasificación según la localización de la medida puede ubicarse en la fuente, la zona de propagación o en el receptor.

Localización de la Medida en la Fuente

1. Normas de emisión. Tal como lo han demostrado las investigaciones a nivel mundial, el mayor ruido vehicular proviene de camiones, buses y motocicletas. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 524).
2. Normas de reducción vehicular. Entre las mismas se encuentran altos impuestos a los vehículos, a la movilidad y a los combustibles, como también, restricciones de movilización por zonas y horas según el tipo de vehículo. Esta medida, sin embargo, desempeña un papel más relevante en lo concerniente con la solución de los embotellamientos y la minoración de la contaminación atmosférica, que del ruido. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 525).
3. Normas de reducción de la velocidad. La velocidad tal como se refirió en párrafos previos, se relaciona directamente con los niveles de ruido y su regulación puede ser de ayuda en horarios nocturnos en sectores que así lo ameriten. Sin embargo, en muchas ciudades de los países en vías de desarrollo el tráfico acontece sobre vías saturadas donde los embotellamientos están a la orden del día, situación que genera mayor ruido por las continuas acciones de aceleración desaceleración. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 525).
4. Normas de uso de bocinas. El uso de este aditamento vehicular debe ser exclusivo de situaciones en que se corre peligro de colisión o accidente, y de hecho en muchas normatividades así se ha planteado. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 526).
5. Pavimento. Otra medida se refiere al uso de pavimentos que absorban el ruido y reflejen bajos niveles acústicos y aunque no debería representar por sí misma dificultades para su ejecución, puede chocar con los materiales y las técnicas tradicionales usadas en cada país y ciudad. Esta medida, aunque sencilla, requiere de conocimientos sobre el tema así como de voluntad política, unos y otros escasos en los países en vías de desarrollo. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 526).

6. Otras medidas. La implementación de métodos de transporte no convencionales como las ciclovías, los peatonales, los bicitaxis u otros tipos de transporte alternativo, lleva de la mano barreras culturales que tendrían que ser trabajadas a través de campañas de educación ambiental.

Una medida adicional de gran relevancia se refiere a la creación de estímulos económicos en torno al uso de vehículos eléctricos, de hidrógeno, híbridos u otros, tecnologías algunas de ellas aún en desarrollo que no han alcanzado su masificación, entre otras, por los mayores costos que representan y por la visión cortoplacista de sus gobernantes que no vislumbran las invaluable ventajas de un menor consumo de combustibles fósiles y de reducción de la contaminación auditiva y atmosférica. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 526).

Las medidas en la fuente clasificadas por Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, en el artículo el Ruido Vehicular Urbano: Problemática Agobiante de los Países en Vías de Desarrollo, están relacionadas con otros autores con normas de emisión y se caracterizan porque afectan la producción del ruido:

Las medidas correctoras pueden clasificarse en los siguientes tipos: a. Medidas que afectan a la producción del ruido. B. Medidas que afectan a la propagación del ruido. C. Medidas que afectan a la recepción del ruido. Medidas que afectan a la producción del ruido. Estas medidas actúan sobre los emisores. (...) (Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el decreto 78/99 de la comunidad de Madrid. pp. 59 y 60)

Estas normas las definen generalmente los Gobiernos y consisten en valores límite de las emisiones que se aplican a fuentes individuales que se incluyen en procedimientos de homologación para garantizar que los nuevos productos cumplen en el momento de su fabricación los límites establecidos en términos de ruido.

(Comisión de las Comunidades Europeas, 1996, p.35)

Localización de la Medida en la Zona de Propagación

7. Construcción de barreras acústicas. Esta medida de mitigación-corrección es común en autopistas de países desarrollados, pero no al interior de los sistemas urbanos. La misma está aún lejos de ser viable en países en vías de desarrollo por los elevados costos que suscita, máxime cuando generalmente no existen los recursos para mantener una malla vial de mediana calidad.

Por su parte, las barreras construidas con vegetación, parecen no ser muy eficientes a nivel acústico, y serían de muy difícil implementación en ambientes con espacios restringidos.

Otra medida expuesta en la literatura y que cabe ser mencionada en la propagación del contaminante, se refiere a la planificación y el diseño de las áreas residenciales a distancias apreciables de las vías con alto flujo vehicular. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p.527)

Las medidas en la zona de propagación clasificadas por Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, en el artículo EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO, están relacionadas con otros autores con medidas intermedias y se caracterizan porque afectan la propagación del ruido:

Las medidas correctoras pueden clasificarse en los siguientes tipos: a. Medidas que afectan a la producción del ruido. b. Medidas que afectan a la propagación del ruido. c. Medidas que afectan a la recepción del ruido. (...) Medidas que afectan a la propagación del ruido. Estas medidas son las más típicas. Afectan a la propagación colocando obstáculos a la misma entre el emisor y el receptor. (...) (Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el decreto 78/99 de la comunidad de Madrid. p. 60)

La Ley estipula, asimismo, unos instrumentos intermedios, que pueden ser tanto preventivos como correctores: los planes de acción en materia de contaminación acústica, que es, nuevamente, materia regulada en la Directiva sobre Ruido Ambiental. Los planes de acción deben corresponder, en cuanto a su alcance, a los ámbitos territoriales de los mapas de ruido, y tienen por objeto afrontar globalmente las cuestiones relativas a contaminación acústica, fijar acciones

prioritarias para el caso de incumplirse los objetivos de calidad acústica y prevenir el aumento de contaminación acústica en zonas que la padezcan en escasa medida. (Gobierno español, 2003, p.7)

Localización de la Medida en el Receptor

8. Insonorización de viviendas. Esta medida más que actuar sobre la fuente emisora y el ruido ambiental urbano, mitiga los niveles de ruido al interior de las residencias. Por tanto, no resuelve el problema urbano de contaminación acústica, el cual se mantiene para transeúntes, peatones y usuarios del espacio público. Los costos de tales medidas como también ocurre con los aeropuertos, recaen en muchos países desarrollados en los mismos proyectos de transporte pero, es muy probable que en los demás países recaigan de forma exclusiva en la población residente. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p.527)

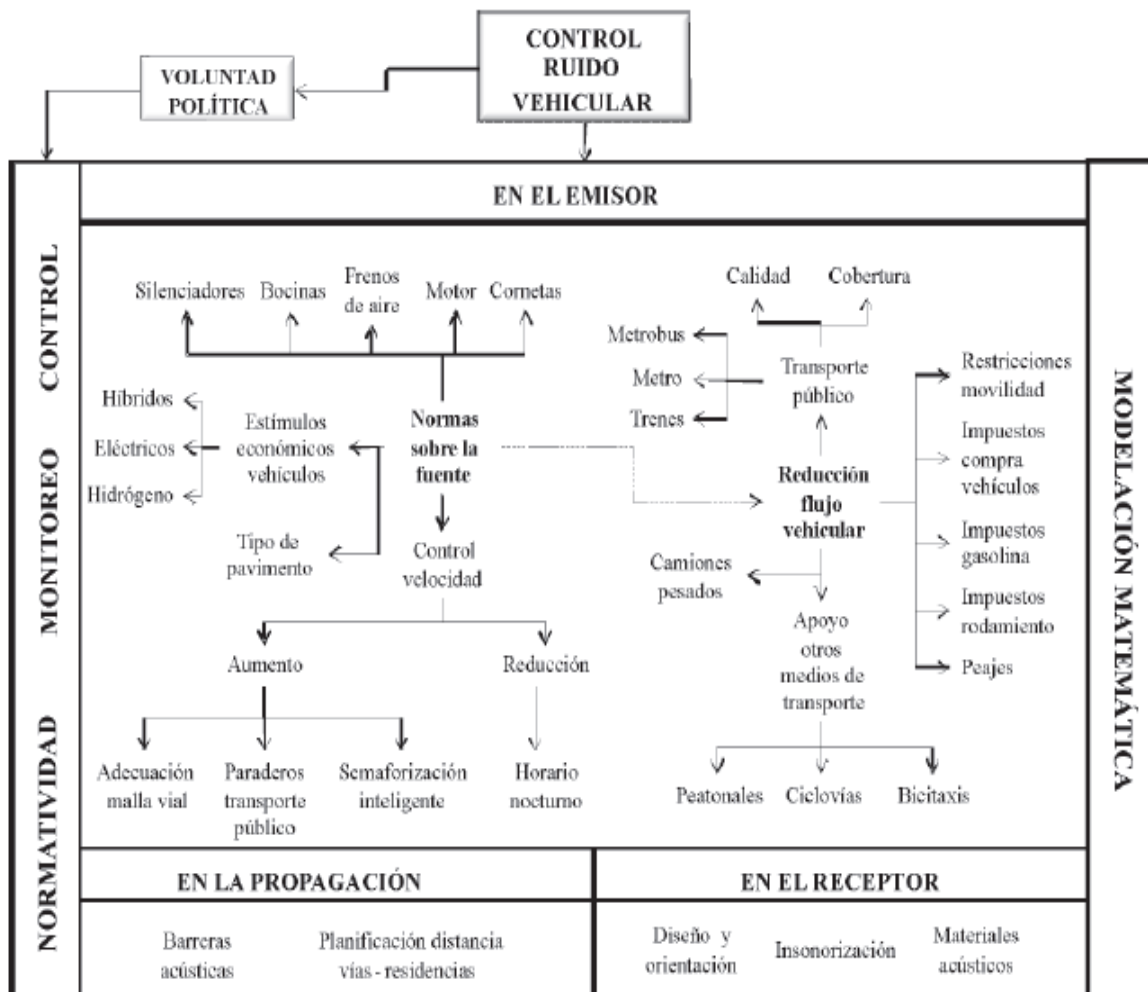
Las medidas en el receptor clasificadas por Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, en el artículo EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO, están relacionadas con otros autores con normas de inmisión y se caracterizan porque afectan la percepción del ruido:

Las medidas correctoras pueden clasificarse en los siguientes tipos: a. Medidas que afectan a la producción del ruido. b. Medidas que afectan a la propagación del ruido. c. Medidas que afectan a la recepción del ruido. (...)

Aquí nos referimos a dos tipos de medidas: la disposición de los receptores y las medidas de aislamiento acústico de edificios. (Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el decreto 78/99 de la comunidad de Madrid. p. 61)

Las normas para las inmisiones se basan en criterios de calidad acústica o en valores de orientación para la exposición al ruido que deban aplicarse a situaciones específicas y que normalmente se incorporan a los procedimientos de planificación. (Comisión de las Comunidades Europeas, 1996, p.35)

FIGURA 50 SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA DEL RUIDO VEHICULAR



Nota. Adaptado de Ramírez González, A. & Domínguez Calle, E., 2011, p.324.

12.12.2 Clasificación De Medidas Según La Finalidad

La clasificación según la finalidad de la medida puede agruparse en: a. monitoreo, b. control y c. evaluación del control. Esta clasificación ha sido propuesta por la OMS:

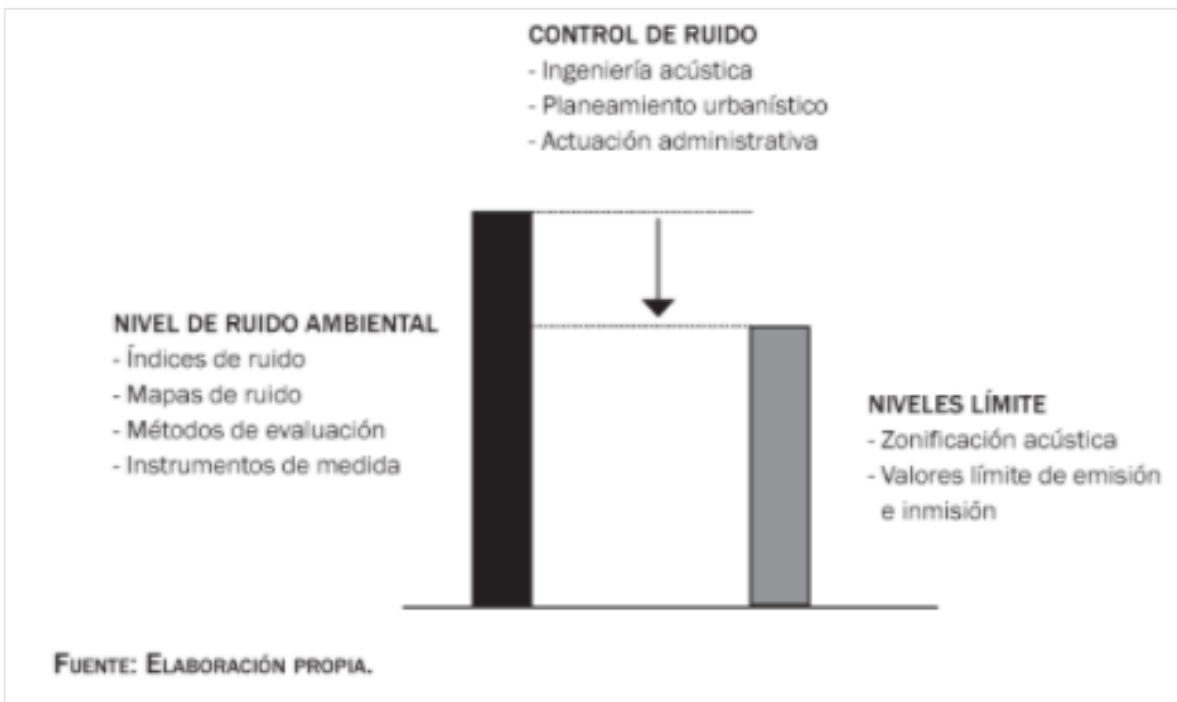
Otros componentes de un plan de manejo de ruidos incluyen el monitoreo de los niveles de ruido, la elaboración de mapas y modelos de exposición al ruido, enfoques para el control del ruido (tales como medidas de mitigación y prevención) y evaluación de las opciones de control. Muchos de los problemas asociados con

los altos niveles de ruido se pueden prevenir con costos bajos si los gobiernos desarrollan e implementan una estrategia integral para ambientes interiores conjuntamente con los interesados en los niveles económicos y sociales. Los gobiernos deben establecer un “Plan nacional para el ruido sostenible en ambientes interiores” para que se aplique a las edificaciones nuevas y existentes. Las prioridades reales del manejo racional del ruido serán diferentes en cada país. Las prioridades dependerán de los riesgos a la salud que se quieran evitar y en la identificación de las fuentes de ruido más importantes. Los países han adoptado una variedad de enfoques para el control del ruido a través de diferentes políticas y reglamentos. (Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1999, p.11)

Adicionalmente, las medidas de control han sido clasificadas por Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. en el libro *El ruido*, en tres categorías: 1. Medidas de planificación urbanística, 2. Medidas de actuación administrativa y 3. Medidas de ingeniería acústica. Al respecto, las medidas de planificación urbanística corresponden con las medidas de intervención no estructural objeto de esta investigación:

Cuando los niveles de ruido superan los valores máximos que permite la regulación que hemos descrito en el capítulo anterior es necesario aplicar técnicas de control. Controlar el ruido es un reto tecnológico importante debido a su complejidad frecuencial, temporal y espacial, y lleva asociado un coste económico, por lo que, habitualmente, más que tratar de cancelar el ruido completamente, es preferible disminuirlo hasta niveles aceptables (Cobo, 1997). Las medidas de control de ruido se pueden agrupar en tres categorías (...). Las dos primeras, la planificación urbanística y la actuación administrativa, se aplican en el marco de las competencias asignadas a las diferentes administraciones de nuestro ordenamiento jurídico, y la tercera, la ingeniería acústica, ofrece soluciones técnicas efectivas que son un complemento las anteriores medidas de planificación y actuación. (Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M., 2018, p.61).

FIGURA 51 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL DEL RUIDO



Nota. Adaptado de El Ruido. Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M., 2018, p.61

También es importante tener en cuenta en esta clasificación por categorías de las medidas de control del ruido se pueden considerar como medidas de acción preventiva o medidas de acción correctora y que ambas pueden presentarse tanto en las medidas de control del planeamiento urbanístico como en las medidas de control de la actuación administrativa.

Las medidas se dividen, con carácter general, en dos grandes bloques: La acción preventiva y La acción correctora. Dentro de la acción preventiva caben las siguientes facetas:

- a) La planificación territorial y planeamiento urbanístico, que deben tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación de planeamiento o medidas semejantes.
- b) La intervención administrativa sobre los emisores acústicos, que ha de producirse de modo que se asegure la adopción de las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica que puedan generar aquéllos y que no se

supere ningún valor límite de emisión aplicable. Es importante destacar que esta intervención no supone en ningún caso la introducción de una nueva figura de autorización administrativa, sino que la evaluación de la repercusión acústica se integra en los procedimientos ya existentes de intervención administrativa, a saber, el otorgamiento de la autorización ambiental integrada, las actuaciones relativas a la evaluación de impacto ambiental y las actuaciones relativas a la licencia municipal regulada por el Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas o normativa autonómica aplicable en esta materia. También se debe señalar que los cambios en las mejores técnicas disponibles que puedan reducir significativamente los índices de emisión sin imponer costes excesivos pueden dar lugar a revisión de los actos de intervención administrativa previamente acordados sin que de ello se derive indemnización para los afectados.

- c) El autocontrol de las emisiones acústicas por los propios titulares de emisores acústicos.
- d) La prohibición, salvo excepciones, de conceder licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las correspondientes áreas acústicas.
- e) La creación de “reservas de sonidos de origen natural”, que podrán ser delimitadas por las comunidades autónomas y ser objeto de planes de conservación encaminados a preservar o mejorar sus condiciones acústicas.

La necesidad de acción correctora se hace patente de forma acusada en las zonas de protección acústica especial y en las zonas de situación acústica especial. Las primeras son áreas acústicas en las que se incumplen los objetivos aplicables de calidad acústica, aun observándose por los emisores acústicos los valores límite de emisión. Una vez declaradas, procede la elaboración de planes zonales para la mejora acústica progresiva del medio ambiente en aquéllas, hasta alcanzar los objetivos de calidad acústica correspondientes. No obstante, cuando los planes zonales hubieran fracasado en rectificar la situación, procede la declaración como

zona de situación acústica especial, admitiendo la inviabilidad de que se cumplan en ella tales objetivos a corto plazo, pero previendo medidas correctoras encaminadas a mejorar los niveles de calidad acústica a largo plazo y asegurar su cumplimiento, en todo caso, en el ambiente interior. (Gobierno español, 2003, p.7)

En síntesis, una vez finalizada la consulta en textos normativos y científicos que permitió hacer la propuesta de clasificación de medidas según su localización y según su finalidad, se concluye que las medidas identificadas serán agrupadas según los diferentes autores estudiados, así:

Según la Organización Mundial de la Salud en la Guía para el ruido Urbano, las medidas se pueden clasificar en medidas de monitoreo, control y evaluación del control.

Al aplicar esta clasificación a las 212 medidas identificadas en esta investigación se encontró que 10 fueron de monitoreo, 199 de control y 3 de evaluación del control. (Ver Apéndice C. Base de datos de Clasificación de medidas)

TABLA 38 DESAGREGACIÓN DE MEDIDAS SEGÚN CLASIFICACIÓN OMS,
1999

Tipo De Medida	Normativo	Científico	Cantidad	%
Monitoreo	5	5	10	5%
Evaluación del control	3	0	3	1%
Control	80	119	199	94%
Total Medidas	88	124	212	100%

Fuente: Elaboración propia

Al respecto, las medidas de monitoreo hacen referencia a la importancia y necesidad de los mapas de ruido como insumo para la toma de decisiones y en particular para la identificación de las medidas de control del ruido. Y las medidas de evaluación de control hacen referencia a la etapa posterior a la aplicación de medidas de control en la cual se busca evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica mediante informes de evaluación de impacto acústico de actividades potencialmente contaminantes por ruidos o de los resultados de las medidas de control implementadas.

Como el objetivo de esta investigación son las medidas de control, para tener una clasificación en mayor detalle de éstas, se aplicó un segundo filtro a las 211 medidas de control según la clasificación propuesta por Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. en el libro El ruido.

Según Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. en el libro El ruido, las medidas de control del ruido ambiental se pueden clasificar en medidas de planificación, actuación administrativa e ingeniería acústica.

Al aplicar esta clasificación a las 199 medidas de control identificadas en esta investigación se encontró que 63 de actuación administrativa, 98 fueron de planificación urbanística y 38 de ingeniería acústica. (Ver Apéndice C_Base de datos de Clasificación de medidas)

TABLA 39 DESAGREGACIÓN DE MEDIDAS SEGÚN CLASIFICACIÓN COBO PARRA, P. Y CUESTA RUIZ, M., 2018

Tipo De Medida De Control	Normativo	Científico	Cantidad	%
Control ingeniería acústica	11	27	38	19%
Control Actuación Administrativa	25	38	63	32%
Control Planificación Urbanística	44	54	98	49%
Total Medidas de Control	80	119	199	100%

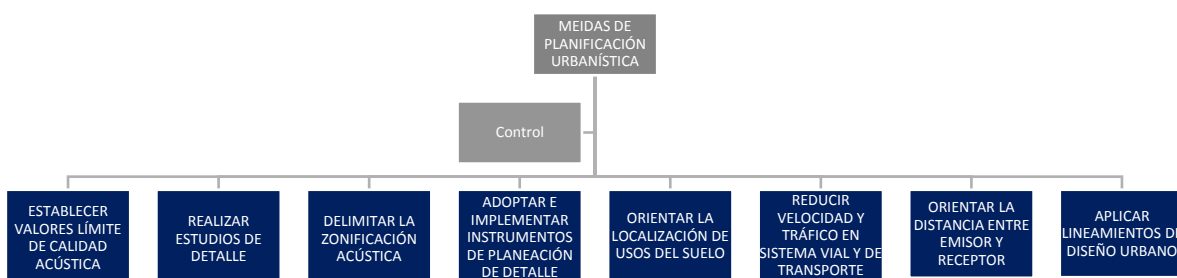
Fuente: Elaboración propia

Al respecto, las medidas de ingeniería acústica hacen referencia a acciones de aislamiento y mitigación mediante barreras acústicas, materiales aplicables a fachadas y al recubrimiento de las vías y desarrollos tecnológicos para los emisores. Las medidas de actuación administrativa son las más costo-efectivas y hacen referencia a acciones propias de procesos administrativos mediante medidas como ondas verdes, control del tráfico y tipo de vehículos, restricciones a la movilidad, adopción de instrumentos económicos y actividades de educación e información para crear conciencia en los responsables.

Como el objetivo de esta investigación son las medidas de control aplicadas desde la planificación urbanística, para tener una clasificación en mayor detalle de éstas, se aplicó un tercer filtro a las 98 medidas identificadas, según grupos de medidas relacionadas con normas urbanísticas del ordenamiento territorial municipal y que se inscriben dentro de la definición de medidas no estructurales establecida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia en el decreto 1077 de 2015.

Como resultado de la investigación planteamos como clasificación lo siguiente: las medidas de planificación urbanística se pueden agrupar por tipo de medidas de intervención no estructurales en 8 grupos. (Ver Apéndice C_Base de datos de Clasificación de medidas)

FIGURA 52 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES



Fuente: Elaboración propia

TABLA 40 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES

Id	Medida	Cantidad	%
1	Establecer valores límite de calidad acústica	7	7%
2	Realizar estudios de detalle	7	7%
3	Delimitar la zonificación acústica	15	15%
4	Adoptar e implementar instrumentos de planificación de detalle	18	18%

5	Orientar la localización de usos del suelo	5	5%
6	Reducir velocidad y tráfico en el sistema vial	18	18%
7	Orientar la distancia entre emisor y receptor	8	8%
8	Aplicar lineamientos de diseño urbano	20	20%
Total Medidas de Control: Planificación Urbanística		98	49%

Nota. La cantidad hace referencia al número de medidas identificadas en la base de datos según cada clasificación. (Ver Apéndice C.)

Establecer Valores Límite de Calidad Acústica

Respecto al grupo de medidas para establecer valores límite de calidad acústica se identificaron por esta investigación los siguientes:

- Normas de emisión: estándar máximo permisible de nivel de emisión de ruido por áreas de actividad.
- Normas de inmisión: estándar máximo permisible de nivel de ruido ambiental y para edificaciones especialmente protegidas.
- Objetivos de calidad acústica.

De estos valores límite de calidad acústica, las normas de emisión e inmisión han sido establecidas para Colombia en la Resolución 627 de 2006; sin embargo, no se han establecido objetivos de calidad acústica por lo tanto a continuación se enuncia lo establecido por el gobierno español para orientar su identificación.

Artículo 8. Fijación de objetivos de calidad acústica.

1. El Gobierno definirá los objetivos de calidad acústica aplicables a los distintos tipos de áreas acústicas, referidos tanto a situaciones existentes como nuevas.
2. Para establecer los objetivos de calidad acústica se tendrán en cuenta los valores de los índices de inmisión y emisión, el grado de exposición de la población, la sensibilidad de la fauna y de sus hábitats, el patrimonio histórico expuesto y la viabilidad técnica y económica.
3. El Gobierno fijará objetivos de calidad aplicables al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. (Gobierno español, 2003, p.11).

Realizar Estudios de Detalle

Respecto al grupo de medidas para realizar estudios de detalle se identificaron por esta investigación los siguientes:

- Estudios y mapas de ruido expedidos por autoridad ambiental deben ser incorporados e implementados en POT.
- Estudio de impacto ambiental por contaminación acústica antes de la ejecución de proyectos.
- Estudio de impacto ambiental acústico para proyectos y modificaciones a los recorridos de transporte y vías estructurantes.
- Diagnóstico y modelación de microclimas acústicos.
- Modelos de predicción de ruido a los emisores en etapa operacional del proyecto.

Referido a los estudios de impacto ambiental a continuación se enuncia lo sugerido en el artículo El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo, para orientar su regulación.

La modelación involucra tanto leyes, políticas y normativas, como también riesgos ambientales y costos-beneficios de las medidas a implementar (Committee on Models in the Regulatory Decision Process, 2007). La modelación del ruido vehicular no escapa a tales directrices cuando se trata de proyectos de transporte, y se viene implementando en el marco de los estudios de impacto ambiental requeridos de manera previa a la construcción y operación de los mismos. En estos estudios, se plantean escenarios alternativos, cuya elección no se circunscribe a un análisis de costos, sino que integra el bienestar ciudadano de las poblaciones adyacentes. Los proyectos no terminan allí, sino que precisan las medidas de prevención, mitigación y corrección necesarias para no generar detrimento en la calidad de vida de los ciudadanos, así como los costos de implementación que, por demás, son sufragados por los mismos proyectos. Por lo general, las medidas se conciertan con las comunidades de tal modo que no generen impactos ni afecten las actividades regulares locales. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p. 522)

Delimitar La Zonificación Acústica

Respecto al grupo de medidas para delimitar la zonificación acústica se identificaron por esta investigación los siguientes:

- Zonificación de áreas acústicas
- Zonas de reservas de sonidos de origen natural
- Zonificación de los espacios afectados en función del grado de superación de los límites en zonas de contaminación alta, moderada y bajo.
- Delimitación de zonas restringidas y vehículos exentos
- Zonas de protección acústica especial
- Zonas de situación acústica especial (ZPAE)
- Zonas de control acústico por no sobrepasar los valores límites establecidos
- Zonas de servidumbre acústica: Área perimetral de amortiguación contra el ruido ambiental: perimetral para nuevas áreas de desarrollo industrial y en nuevas vías de alta circulación (Colombia)

En cuanto a la zonificación de áreas acústicas a continuación se enuncia lo propuesto por La ley de ruido en España y lo sugerido en el artículo La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental, para orientar su delimitación.

Una planificación territorial que incluya al ruido como factor de ordenación, facilitará enormemente la delimitación de las áreas acústicas y el cumplimiento de sus respectivos objetivos de calidad acústica. No obstante, una vez delimitadas las áreas acústicas éstas comenzarán a influir y condicionar la ordenación urbanística, sus modificaciones y sus revisiones. De esta manera, deberá producirse una mutua interrelación entre la ordenación territorial y urbanística de los usos del suelo (que deberá tener en cuenta los objetivos de calidad acústica) y la delimitación de las áreas acústicas (que se articula sobre la base de los usos prioritarios del suelo).

(Alenza, García José f., 2003, p.106)

CAPÍTULO II. CALIDAD ACÚSTICA. SECCIÓN I. Áreas acústicas.

Artículo 7. Tipos de áreas acústicas.

1. Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica. (Gobierno español, 2003, p.11)

Referente a la zonificación de zonas de situación acústica especial a continuación se enuncia lo propuesto por la Ley de Control de la Contaminación Acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y lo sugerido en el artículo La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental, para orientar su delimitación:

Título IV. Corrección de la contaminación acústica.

Artículo 35. En las Zonas Declaradas de Situación Acústica Especial se perseguirá la progresiva reducción del nivel de inmisión hasta alcanzar los objetivos de calidad sonora que le sean de aplicación. (Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2004, p.35)

Procede su declaración cuando las medidas correctoras de los planes zonales específicos no hayan podido evitar el incumplimiento de los objetivos de calidad acústica (art. 26.1). Es decir, que el fracaso de los planes zonales en corregir la situación a corto plazo, implica pasar a esta segunda situación, en la que deberán aplicarse «medidas correctoras específicas dirigidas a que, a largo plazo, se mejore la calidad acústica y, en particular, a que no se incumplan los objetivos de calidad acústica correspondientes al espacio interior» (art. 26.2). Es decir, que en esta situación las medidas deben encaminarse a mejorar la calidad acústica a largo

plazo, incidiendo especialmente en el cumplimiento de los objetivos de la calidad acústica en el espacio interior. (Alenza, García José f., 2003, p.112)

Respecto a la zonificación de zonas de servidumbre acústica a continuación se enuncia lo dispuesto por la Ley de ruido en España y lo planteado por Ana María Salazar Bugueño en su tesis doctoral, para orientar su delimitación. Estas servidumbres son similares a las establecidas en Colombia como zonas de amortiguación.

CAPÍTULO II. CALIDAD ACÚSTICA. SECCIÓN I. Áreas acústicas.

Artículo 10. Zonas de servidumbre acústica.

1. Los sectores del territorio afectados al funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo, portuario o de otros equipamientos públicos que se determinen reglamentariamente, así como los sectores de territorio situados en el entorno de tales infraestructuras, existentes o proyectadas, podrán quedar gravados por servidumbres acústicas.

2. Las zonas de servidumbre acústica se delimitarán en los mapas de ruido medido o calculado por la Administración competente para la aprobación de éstos, mediante la aplicación de los criterios técnicos... (Gobierno español, 2003, p.12)

Franja de protección: El objeto de una franja de protección es delimitar los usos del suelo permitidos, los permisos de loteo y los permisos de edificación a aquellos lugares adyacentes a zonas industriales o a las vías de transporte (o los trayectos de tráfico), o que cuenten con fuentes fijas de ruidos molestos. En las franjas de protección deben cumplirse los requisitos necesarios para que exista compatibilidad acústica entre el ruido emitido por las vías (o las trayectorias), las fuentes de ruido y los receptores.

Debe privilegiarse la creación de zonas o franjas de terreno de transición acústica, desde lugares menos sensibles al ruido a lugares más sensibles. Estas franjas tienen el objetivo de ofrecer una protección acústica por medio de usos del suelo de sensibilidad intermedia al ruido, alejando las fuentes de ruido de áreas que requieren mayor protección. Los lugares de menor sensibilidad están constituidos por proyectos de infraestructura de transporte y aquellas zonas con industrias. Los

lugares más sensibles son las zonas residenciales exclusivas, y otras como aquellas con equipamiento de salud y educacional. Una zona intermedia podría estar destinada al comercio, por ejemplo. (Salazar Bugueño Ana María, 2012, p.12)

Adoptar e Implementar Instrumentos de Planificación de Detalle

Respecto al grupo de medidas para adoptar e implementar instrumentos de planificación de detalle se identificaron por esta investigación los siguientes:

- Plan de acción en materia de contaminación acústica o plan de descontaminación por ruido
- Plan de conservación de condiciones acústicas para áreas de reserva de sonidos de origen natural
- Licencia urbanística y sistema de autocontrol de emisiones acústicas
- Licencia ambiental para prevenir la contaminación sonora generada por aeropuertos
- Plan zonal específico

Respecto a los contenidos del plan de acción en materia de contaminación acústica, a continuación, se enuncia lo dispuesto por la Ley de ruido en España, teniendo en cuenta la explicación publicada en el artículo La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental por Alenza, García José f. (2003): Los planes de acción son la consecuencia operativa de los mapas de ruido. (p.110). Estos planes de acción son similares a los establecidas en Colombia como planes de descontaminación por ruido.

CAPÍTULO III. PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. SECCIÓN II. Planes de acción en materia de contaminación acústica.

Artículo 23. Fines y contenido de los planes.

1. Los planes de acción en materia de contaminación acústica tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- a) Afrontar globalmente las cuestiones concernientes a la contaminación acústica en la correspondiente área o áreas acústicas.
- b) Determinar las acciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite de emisión o inmisión o de incumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

c) Proteger a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto contra el aumento de la contaminación acústica. (Gobierno español, 2003, p.15)

CAPÍTULO IV DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA Y LAS MEDICIONES. Artículo 25. Planes de Descontaminación por Ruido.

Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, deben establecer y ejecutar planes de descontaminación por ruido. Estos planes deben ser desarrollados con base en los mapas de ruido elaborados para cada una de las áreas evaluadas de que trata el artículo 22. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, p.9)

Respecto a los contenidos del plan de conservación de condiciones acústicas para áreas de reserva de sonidos de origen natural, a continuación, se enuncia lo dispuesto en la Ley de ruido en España para orientar su formulación:

CAPÍTULO III. PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. SECCIÓN I. Prevención de la contaminación acústica.

Artículo 21. Reservas de sonidos de origen natural.

Las comunidades autónomas podrán delimitar como reservas de sonidos de origen natural determinadas zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos. Asimismo, podrán establecerse planes de conservación de las condiciones acústicas de tales zonas o adoptarse medidas dirigidas a posibilitar la percepción de aquellos sonidos. (Gobierno español, 2003, p.15)

Respecto al alcance de Licencia urbanística y sistema de autocontrol de emisiones acústicas, a continuación, se enuncia lo planteado en el artículo La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental, para orientar su formulación.

El planeamiento urbanístico, además, de la ordenación de los usos del suelo puede imponer determinados requisitos a las construcciones autorizables. Tanto los usos del suelo, como los requisitos de las edificaciones se controlan en el momento de otorgar la correspondiente licencia urbanística. En la medida en que, como se ha visto, la planificación territorial y urbanística asuma las previsiones legales en

materia de contaminación acústica, la licencia de obras se convierte en un instrumento para el control del ruido. (Alenza, García José f., 2003, p.106)

Como ya se ha adelantado, la LRU admite que en la autorización, licencia u otra figura de intervención que sea aplicable podrá establecerse «un sistema de autocontrol de las emisiones acústicas, debiendo los titulares de los correspondientes emisores acústicos informar acerca de aquél y de los resultados de su aplicación a la Administración competente» (art. 19). (Alenza, García José f., 2003, p.106)

Respecto a los contenidos del plan zonal específico, a continuación, se enuncia lo dispuesto en la Ley de ruido en España y lo planteado en el artículo La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental, para orientar su formulación:

Capítulo II. Evaluación y gestión del ruido ambiental. Art. 12. Planes Zonales Específicos.

Planes Zonales Específicos para la mejora acústica progresiva del medio ambiente en las zonas de Protección Acústica Especial, con el fin de alcanzar los objetivos de calidad acústica que les sean de aplicación en un plazo de tiempo determinado... deberán recoger las medidas correctoras adecuadas en función del grado de deterioro acústico registrado y de las causas particulares que lo originan. (Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2011, p.9)

La declaración de estas zonas procede cuando «se incumplan los objetivos aplicables de calidad acústica, aun observándose por los emisores acústicos los valores límite aplicables» (art. 25.1). La consecuencia inmediata de la declaración de estas zonas es la necesaria elaboración de planes zonales específicos para la mejora acústica progresiva del medio ambiente en dichas zonas hasta alcanzar los objetivos de calidad acústica que les sean de aplicación. En dichos planes se establecerán «las medidas correctoras que deban aplicarse a los emisores acústicos y a las vías de propagación, así como los responsables de su adopción, la cuantificación económica de aquéllas y, cuando sea posible, un proyecto de financiación» (art. 25.3)." (Alenza, García José f., 2003, p.111)

CAPÍTULO III. PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. SECCIÓN III. Corrección de la contaminación acústica.

Artículo 25. Zonas de Protección Acústica Especial.

4. Los planes zonales específicos podrán contener, entre otras, todas o algunas de las siguientes medidas:

- a) Señalar zonas en las que se apliquen restricciones horarias o por razón del tipo de actividad a las obras a realizar en la vía pública o en edificaciones.
- b) Señalar zonas o vías en las que no puedan circular determinadas clases de vehículos a motor o deban hacerlo con restricciones horarias o de velocidad.
- c) No autorizar la puesta en marcha, ampliación, modificación o traslado de un emisor acústico que incremente los valores de los índices de inmisión existentes.

(Gobierno español, 2003, p.16)

Orientar la Localización de Usos del Suelo

Respecto al grupo de medidas para localización de usos del suelo se identificaron por esta investigación los siguientes:

- Condiciones de localización para usos generadores de ruido
- Condiciones de emplazamiento del uso residencial a partir de criterios acústicos e impactos del ruido
- Localización de edificios comerciales al lado de vías y alejar los edificios residenciales por ser más sensibles

Respecto a las condiciones de localización para usos generadores de ruido, a continuación, se enuncia lo dispuesto en el Libro Verde de la Comisión Europea:

Numeral 5. Instrumentos para reducir la exposición al ruido.

(...) restricción de la utilización de los suelos donde ya se han observado altos niveles de ruido, restricción de la implantación de nuevas fuentes generadoras de ruido, tales como carreteras o instalaciones industriales, con objeto de proteger los progresos existentes y fomentar la agrupación de actividades generadoras de ruido y, de este modo preservar otras zonas con bajos niveles de ruido. (Comisión de las Comunidades Europeas, 1996, p.36)

Respecto a las condiciones de emplazamiento del uso residencial a partir de criterios acústicos e impactos del ruido, a continuación se enuncia lo dispuesto en la propuesta para la implementación de un plan de manejo de ruido para la ciudad de Temuco:

Esta medida es de tipo claramente preventiva ya que apunta a ordenar el emplazamiento de los locales y viviendas de acuerdo con la compatibilidad o incompatibilidad de sus características. (Schröder Moya, Carlos Pablo, 2001, p.67)

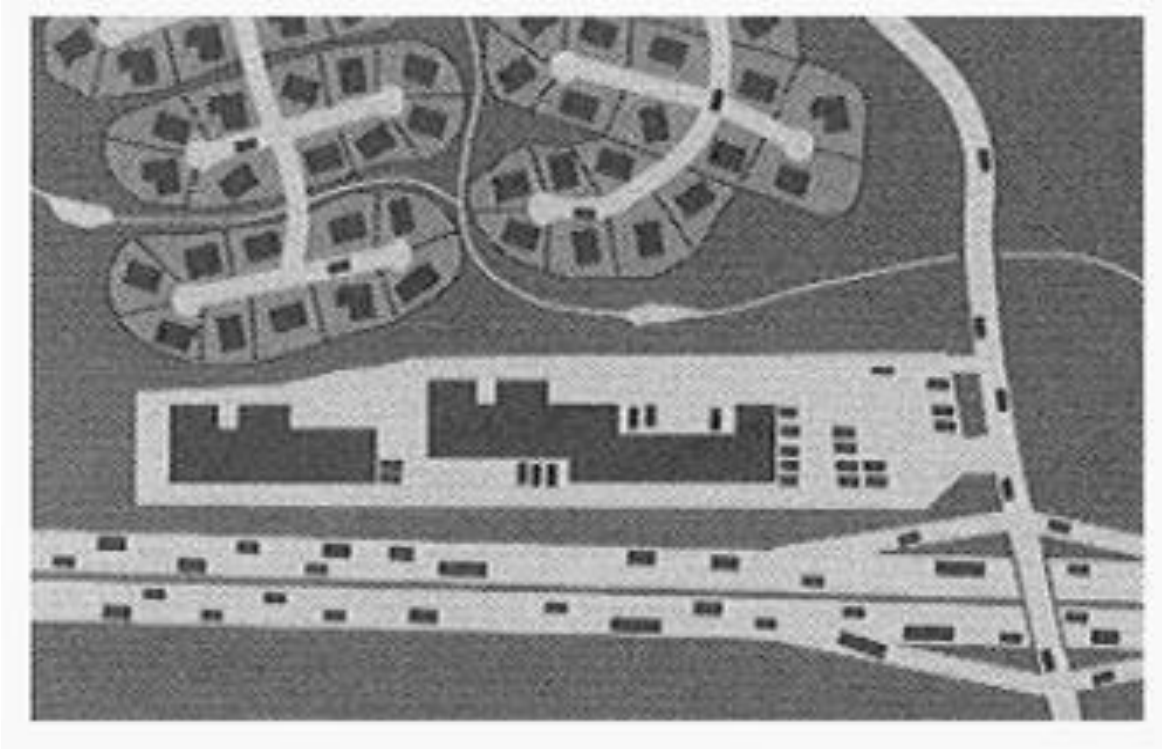
Respecto a la localización de edificios comerciales al lado de vías y alejar los edificios residenciales por ser más sensibles, se muestra la medida propuesta por la GTZ en la Figura 53.

Reducir la Velocidad y el Tráfico en el Sistema de Movilidad y Transporte.

Respecto al grupo de medidas para reducir la velocidad y el tráfico en el sistema de movilidad y transporte se identificaron por esta investigación, los siguientes que tienen relación directa con la competencia del ordenamiento de establecer perfiles viales:

- Delimitación de calles o recintos con Templado de tráfico
- Estrechamiento de calzada o de carriles
- Cambios de alineación
- Diseño de cruces
- Peatonalización de calles, corredores y polígonos peatonales y de bicicletas
- Soterramientos vial o túneles

FIGURA 53 EJEMPLO DE ORIENTACIÓN DE LOCALIZACIÓN USOS DEL SUELO



Nota. Adaptado del libro El ruido y su mitigación. (p.13), por P.Y.Tam P.Y.,2000, GTZ, Módulo 5 C: Transporte sostenible. Recuperado de <https://www.sutp.org/>. Los edificios comerciales son menos sensibles al ruido y pueden ser ubicados al lado de una calle, con las residencias más alejadas. (...)

Respecto al templado de tráfico, esta es una medida propuesta por la Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2011) en la Ordenanza del 25 de febrero de 2011 de Protección contra la contaminación acústica y térmica; sin embargo, la definición se encontró en la ficha 6. Instrucciones para vía pública del ayuntamiento de Madrid y allí se recomienda que la medida más importante de los recintos con templado de tráfico es introducir objetivos funcionales al proyecto seguido de composición de la red, jerarquización de elementos, localización y distancia entre intersecciones y disminuir la perspectiva lineal de la vía:

Se entiende por templado de tráfico el conjunto de medidas encaminadas a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos hasta hacerlos plenamente compatibles con las actividades que se desarrollan en el viario sobre el que se aplica. La utilización de medidas de templado de tráfico tiene por objeto la mejora de la calidad de vida de las áreas residenciales... (Ayuntamiento de Madrid, 2000, p.1)

Existe una gran variedad de medidas para adecuar el tráfico a las condiciones del entorno. En general, las que suelen considerarse propiamente de templado de tráfico consisten en actuaciones sobre el trazado (cambios de alineación), la sección transversal (estrechamientos, introducción de isletas) el perfil longitudinal (badenes, elevaciones de la calzada), las intersecciones (obstáculos que impiden ciertos movimientos), la anchura de calzada y carriles, la pavimentación (cambios de materiales, color), la incorporación de hitos, masas vegetales, etc., que disminuyan las perspectivas lineales de los viales, etc.

No obstante, la forma más eficaz de garantizar que en un área o elemento viario no se superarán determinados umbrales de intensidad o velocidad de circulación, es introducir estos como objetivos funcionales en el proyecto. De esta forma, desde su concepción, la propia composición y organización de la red, la jerarquización de sus elementos, la localización y distancia entre intersecciones y conexiones con la red principal, la disposición y longitud de los tramos, la utilización de fondos de saco o de calles cerradas al tráfico, etc., pueden convertirse en verdaderos instrumentos del templado de tráfico.

De la misma manera, la ordenación del tráfico en un área, el establecimiento de los sentidos de circulación, la regulación de preferencias de paso y puntos de acceso, etc., pueden constituirse, también, en métodos eficaces de templado de tráfico. (Ayuntamiento de Madrid, 2000, pp.1 y 2)

Se resaltarán las entradas a calles o recintos de velocidad 30 km/h (ficha 3) mediante la utilización de medidas específicas, que actúen como puerta y aviso del cambio de régimen de circulación. (Ayuntamiento de Madrid, 2000, p.3)

Algunas medidas de templado de tráfico para la reducción de ruido ambiental se definen a continuación:

Estrechamiento de calzada. Consisten en reducciones puntuales de la anchura de la calzada, con objeto de reducir simultáneamente la velocidad e intensidad del tráfico que circula por ella. (Ayuntamiento de Madrid, 2000, p.7)

El estrechamiento de los carriles destinando más espacio a los peatones, los ciclistas o el aparcamiento, la plantación de árboles para crear la sensación de calle estrecha, el estrechamiento de carriles en las intersecciones, carriles-bici y senderos para peatones, etc. (Salazar Bugueño, Ana María, 2012, p.123)

Cambios de alineación. Consisten en reducir artificialmente la longitud de los tramos rectos del viario introduciendo cambios en la alineación de la calzada, mediante dos curvas enlazadas que trasladan el eje de la misma paralelamente al tramo anterior. (Ayuntamiento de Madrid, 2000, p.9)

Diseño de cruces. El diseño de un cruce (rotondas, intersecciones ordinarias con o sin semáforos) influye sobre las emisiones acústicas. Las reducciones obtenidas en las rotondas en comparación con los cruces dependerán del tránsito y de la ubicación tanto del cruce como de la rotonda. Las micro-rotondas si tienen un diseño adecuado, pueden reducir el ruido como consecuencia de la disminución de la velocidad y de un estilo de conducción más constante. A partir de estos datos, parece que el ruido (LAeq) se puede reducir en un máximo de 4 dB." (Salazar Bugueño, Ana María, 2012, p.124)

Orientar la Distancia entre Emisor y Receptor

Respecto al grupo de medidas para orientar la distancia entre el emisor y el receptor se identificaron por esta investigación, los siguientes:

- Aumentar la distancia de localización entre emisor y receptor
- Localizar áreas sensibles acústicas a distancias mayores a 150m de áreas contaminantes
- Espacio abierto como zona de amortiguamiento entre emisor y receptor

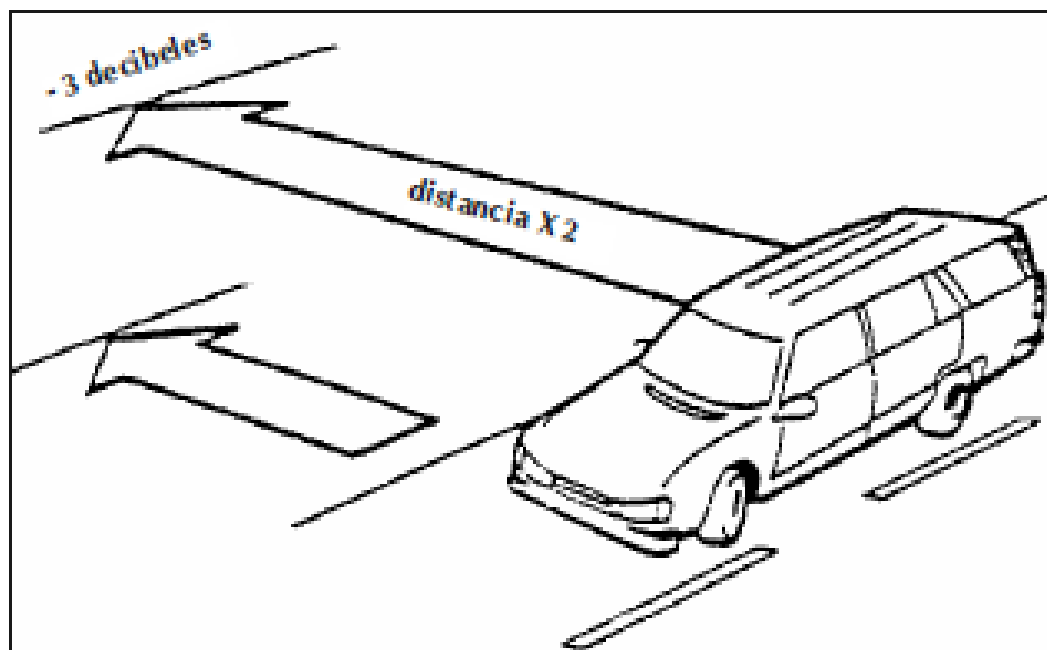
Respecto a la medida de aumentar la distancia de localización entre emisor y receptor, a continuación, se enuncian diferentes autores:

Una adecuada ordenación de los usos permitidos del suelo permitirá separar debidamente las infraestructuras y actividades más ruidosas, de las áreas destinadas actividades que requieren mayor tranquilidad y sosiego. De esta manera se dificulta la transmisión del ruido al imponer el alejamiento de determinados focos de ruido de difícil o imposible eliminación, o establecer un régimen de distancias mínimas entre los establecimientos ruidosos. (Alenza, García José f., 2003, p. 105)

El nivel de ruido que llega al receptor depende, además, de la distancia a la cual se encuentra de la fuente emisora, y se reduce en fuentes puntuales 6 dBA cada vez que se duplica la distancia en campo libre y en ausencia de superficies reflectantes (Harris, 1985; Austroads, 2005 citado por Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p.515)

Respecto a la distancia entre el receptor y la vía, a continuación, en la figura 54 se muestra la medida propuesta por la GTZ para fuentes lineales como el tráfico y su potencial de reducción afirmando que el doblar la distancia entre el camino y el receptor produce una baja de 3 dB(A) en el nivel de ruido.

FIGURA 54 EJEMPLO DE DISTANCIA ENTRE EMISOR Y RECEPTOR



Nota. Adaptado del libro El ruido y su mitigación. (p.13), por P.Y.Tam P.Y.,2000, GTZ, Módulo 5 C: Transporte sostenible. Recuperado de <https://www.sutp.org/> El doblar la distancia entre el camino y el receptor produce una baja de 3 dB(A) en el nivel de ruido. (...)

Por otra parte, respecto a la medida de localizar áreas sensibles acústicas a distancias mayores a 150m de áreas contaminantes, en la Ordenanza para la protección contra la contaminación acústica y térmica de Madrid estableció:

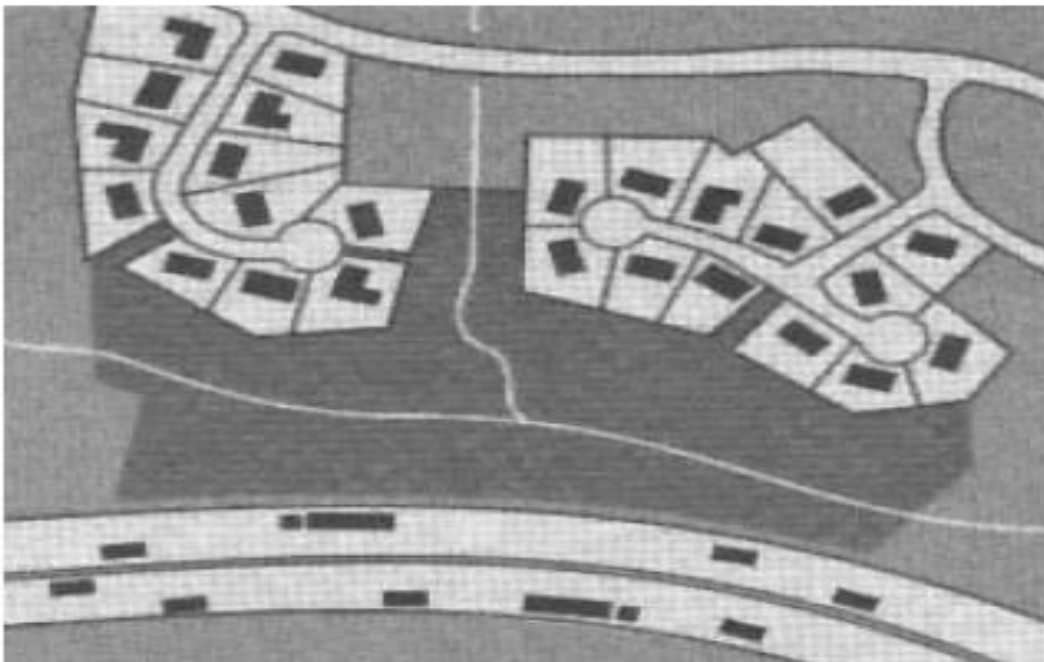
Capítulo VI Condiciones exigibles de actividades comerciales, industriales y de servicios. Art. 24. Protección de entornos socio-sanitarios.

Cuando existan residencias de mayores, centros sanitarios con hospitalización o con servicios de urgencias, no se autorizará la instalación, a una distancia menor de 150 metros, de actividades recreativas y de espectáculos públicos de la clase III categoría 1, “esparcimiento y diversión” (salas de fiestas, restaurantes-espectáculo, café-espectáculo, etcétera); de la clase IV, categoría 4, “de baile” (discotecas y salas de baile y salas de juventud); ni de la clase V, “otros establecimientos abiertos al público”, categoría 9, “ocio y diversión” (bares de copas con o sin actuaciones

musicales en directo).” . (Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2011, p.14)

Respecto a la medida de Espacio abierto como zona de amortiguamiento entre emisor y receptor a continuación se muestra la medida propuesta por la GTZ en la figura 55.

FIGURA 55 EJEMPLO DE ZONA DE AMORTIGUAMIENTO



Nota. Adaptado del libro El ruido y su mitigación. (p.13), por P.Y.Tam P.Y.,2000, GTZ, Módulo 5 C: Transporte sostenible. Recuperado de <https://www.sutp.org/>. Se puede dejar espacio abierto como una zona de amortiguación entre las residencias y una calle. (...)

Aplicar Lineamientos de Diseño Urbano

Respecto al grupo de medidas para aplicar como lineamientos de diseño urbano se identificaron por esta investigación, las siguientes:

- Modelo de ocupación: Modelo compacto y diversificación de usos del suelo
- Densificación urbana

- Trazado urbano y ancho de vías que favorezca la dispersión: Planificación y diseño vial
- Desviar el flujo vial
- Geometría vial
- Evitar altas pendientes y curvas cerradas
- Relación entre ancho de vía y altura de la edificación en calles de cañón
- Localización de barreras naturales: Árboles, arbustos
- Vegetación ancha, alta y densa
- Topografía, cerros y lomas: Emplazamiento del receptor
- En nivel de terreno diferente al emisor
- En contra del viento
- Orientación del receptor
- Diseño de fachadas
- Relación muro ventana
- Forma de la fachada: balcones, voladizos

Respecto a la medida planificación vial en esta investigación se encontró que las que tienen mayor incidencia en la reducción del ruido son: desviar el flujo vial, la geometría vial, evitar altas pendientes y curvas cerradas y Relación entre ancho de vía y altura de la edificación en calles de cañón:

Estudio y reestructuración de la red vial de la ciudad. La planificación vial puede ser una excelente medida tanto de mitigación como de prevención. Un ejemplo es el caso de Basilio Urrutia y David Perry cuya condición con respecto al ruido es peligrosa para el uso de suelo habitacional y muy saturada desde el punto de vista ambiental, si se toma en cuenta esta realidad en una planificación de la red vial se llegaría a la conclusión que es necesario desviar el flujo excesivo de estas calles ya que la alternativa de trasladar todas las viviendas y el colegio ubicados en ésta calles es impensable. (Schröder Moya, Carlos Pablo, 2001, p.66)

El nivel de ruido adyacente a las vías se ve afectado también por la mayor o menor facilidad de propagación, y en ello inciden la geometría de las vías, la

organización del transporte y las estructuras presentes (Janczur et al., 2006). A las anteriores cabría añadir los materiales empleados en dichas estructuras, pues se puede tratar de superficies que reflejen, refracten, absorban o difracten el ruido. De manera general, las superficies duras como el pavimento y el asfalto reflejan las ondas sonoras, mientras que las superficies blandas como el pasto, la hojarasca o la nieve, lo absorben. (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p.515)

El diseño de vías debe evitar las cuestas empinadas y las curvas cerradas para reducir el ruido que se produce en la aceleración, frenaje, cambios de velocidades, y uso de frenos de motor de parte de camiones pesados en ubicaciones clave. (Tam P.Y., 2000, p.15)

Estudios de ruido vehicular realizados en Atenas, encontraron que la atenuación se ve disminuida en calles de cañón (estrechas y con edificaciones altas), y que inciden en tal característica el ancho de la vía, la altura de las edificaciones y la relación entre estas dos variables (Nicol y Wilson, 2004)...investigaciones realizadas en Beijing han encontrado diferencias de hasta 3,1 dBA entre unas y otras vías, las cuales se explican tanto en el flujo vehicular, como en el pavimento, la estructura vial, el porcentaje de vehículos pesados y las actividades urbanas inherentes (Li et al., 2002). (Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio, 2011, p.515)

Respecto a la medida localización de barreras naturales en esta investigación se encontraron diferentes alternativas como árboles, arbustos, topografía, cerros y lomas.

La vegetación, si es lo suficientemente alta, ancha y densa (que no se pueda ver a través de ella), puede bajar el ruido de tráfico de la vía. Un ancho de 200 pies (60,96 mt) de vegetación densa puede reducir el ruido en 10 decibeles, lo que corta el volumen del ruido de tráfico a la mitad. Es generalmente poco práctico plantar suficiente vegetación a lo largo de un camino para lograr tales reducciones, aunque si ya hay vegetación densa, ésta puede preservarse. Si no existe, se puede plantar vegetación al lado del camino para crear un alivio psicológico, si no una real

disminución de los niveles de ruido de tráfico (FHWA, 1992). (Tam P.Y., 2000, p.15)

La topografía también puede tener un impacto sobre el ruido. Por ejemplo, el ruido de las vías que hay entre valles de montaña o cañones tiende a ser más perceptible que aquel de un camino similar a una planicie, porque el ruido es reflejado en las paredes del valle, de igual manera los cerros y las lomas pueden actuar como barreras al ruido si están situados entre la vía y los receptores. Las vías a nivel que son normalmente necesarios en áreas con tendencia a inundarse, tienden a difundir el ruido sobre distancias más grandes. (Tam P.Y., 2000, p.10)

Respecto a la medida emplazamiento del receptor en esta investigación se encontró que las que tienen mayor incidencia en la reducción del ruido son en un nivel de terreno diferente al emisor, en contra del viento y orientación del receptor, se puede visualizar en la Figura 56:

Factores ambientales (...) La temperatura y la humedad determinan la densidad del aire, el cual a su vez afecta la propagación de las ondas sonoras. Los lugares a favor del viento están generalmente expuestos a mayores niveles de ruido que aquellos sitios en contra del viento en los caminos. Los lugares a favor del viento están generalmente expuestos a mayores niveles de ruido que aquellos sitios en contra del viento en los caminos." (Tam P.Y., 2000, p.10)

FIGURA 56 EJEMPLO DE EMPLAZAMIENTO DEL RECEPTOR



Nota. El ruido y su mitigación. (p.13), por P.Y.Tam P.Y.,2000, GTZ, Módulo 5 C: Transporte sostenible. Recuperado de <https://www.sutp.org/> *Posiciones relativas de vías y receptor (...)*

Respecto a la medida diseño de fachadas en esta investigación se encontró que las que tienen mayor incidencia en la reducción del ruido son la relación muro ventana y la forma de la fachada:

1.3.1 Aislamiento acústico. 1.3.1.4 Aislamiento acústico en elementos constructivos mixtos. Fachadas. El aislamiento acústico máximo del conjunto (ventana + parte ciega) que puede obtenerse es aproximadamente 10 dB superior al aislamiento del elemento más débil (normalmente la ventana o la caja de persiana). Por ello, para mejorar el aislamiento acústico de fachadas, el esfuerzo hay que centrarlo en mejorar el aislamiento acústico de la ventana, empleando ventanas de mejor calidad. (Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02., 2014, p.18)

TABLA 41 RELACIÓN AISLAMIENTO ACÚSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE FACHADAS

% de huecos de fachada	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
Máxima mejora del aislamiento de la fachada (dBA)	1	8,2	7	6	5,2	4,5	4	3	2,2	1,5	9	0,5

Nota. Adaptado de la Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02., 2014, p.18.
Relación entre el aislamiento de la ventana y la parte ciega, en función del % de huecos.

2.1 Aislamiento acústico. 2.1.4.4.2 Algunas consideraciones sobre las fachadas

2.1.4.4.2 Algunas consideraciones sobre las fachadas. El aislamiento de una fachada o de cualquier elemento de la envolvente del edificio depende de:

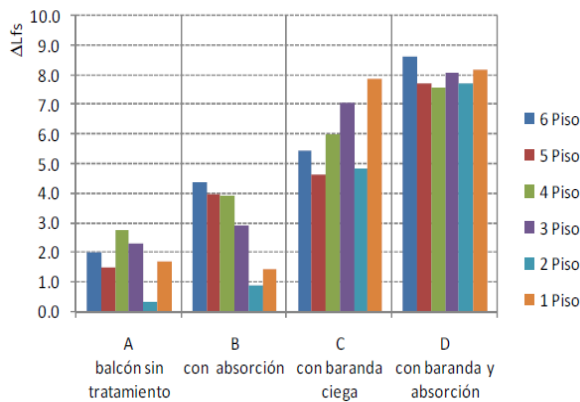
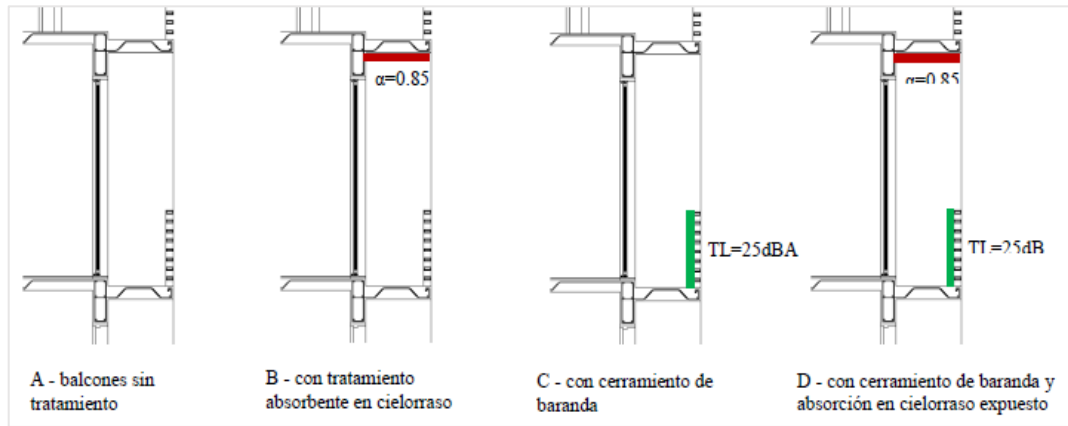
- El aislamiento de la parte ciega de fachada.
- El aislamiento del hueco.
- Los elementos constructivos que forman el recinto y que están conectados a la fachada, ya que son los responsables de las transmisiones indirectas, aunque en el caso de las fachadas y para algunos casos son despreciables.
- La forma de la fachada. La existencia de petos, balcones, voladizos, puede modificar las reflexiones del sonido y disminuir la presión acústica en el interior de los recintos. Sin embargo, el aumento del aislamiento acústico es insignificante.
- La absorción acústica del recinto.

De todos estos condicionantes, los elementos que son determinantes en el aislamiento acústico de una fachada son las ventanas y las cajas de persiana, que son los elementos de menor aislamiento. (Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02., 2014, p.111)

Respecto a la medida de diseño urbano relacionada con la forma de la fachada, se ha identificado en la Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02. (2014) que la existencia de petos, balcones, voladizos, puede modificar las reflexiones del sonido y disminuir la presión acústica en el interior de los recintos.

Se realizó el relevamiento de nivel sonoro en un balcón de cada piso del edificio, el cual se basó en la medición de L1,2m, L1, s para: a) balcones sin tratamiento (situación existente); b) con tratamiento absorbente en cielorraso; c) con cerramiento de baranda y d) con cerramiento de baranda y absorción en cielorraso expuesto. (Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L., 2012, p.5)

FIGURA 57 EJEMPLO DE DISEÑO DE FACHADAS



	A	B	C	D
Absorción en cielorraso	No	Si	No	Si
Cerramiento de baranda	No	No	Si	Si
Piso	ΔL_{fs} (dB)			
6	2.0	5.5	4.4	8.6
5	1.5	4.6	4.0	7.7
4	2.8	6.0	3.9	7.6
3	2.3	7.1	2.9	8.1
2	0.3	4.8	0.9	5.4
1	1.7	7.9	1.4	5.7

Nota. Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L., 2012, p.5.

Del análisis se observa que la conformación original “A” basada en aleros y pantallas verticales de cierre totalmente reflectantes (balcón sin tratamiento) tiene una atenuación DLfs que no supera los 2 dB independiente de la altura y el campo acústico. En el caso “B”, con absorción en cielorraso, se evidencia claramente un aumento progresivo de la atenuación con la altura del edificio, alcanzado los valores más altos, alrededor de 4dB, en los pisos superiores que, por diferencia de altura, se encuentran por fuera de la influencia del campo reverberado de la calle. En los pisos bajos la influencia de la absorción no es significativa. El apantallamiento producido por la materialización de la baranda de cierre, alternativa “C”, produce un incremento importante de la atenuación en todos los

pisos, independiente de la altura y posición relativa en relación al campo sonoro. Finalmente la combinación de ambos tratamientos implica la atenuación DLfs más alta con valores en el entorno de los 7 a 8 en todos los pisos. (Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L., 2012, p.7)

Finalmente, después de clasificar las medidas no estructurales identificadas en la investigación normativa y científica internacional, se aplicó un segundo filtro a partir de la variable medida medible, es decir, que se puede identificar el índice de reducción de la contaminación acústica por ruido ambiental. El resultado de este filtro fueron 12 medidas no estructurales medibles, las cuales han sido publicadas en textos científicos desarrollados principalmente en Chile, Argentina y España.

TABLA 42MEDIDAS MEDIBLES

Medidas No Estructurales Clasificadas Como Medibles		
6. Reducir velocidad y tráfico en el sistema vial	Índice de reducción	Fuente
Soterramiento de un vial	20 db(A)	Área de Gobierno de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad, Control y Evaluación Ambiental, Subdirección General de Evaluación y Control Ambiental, Departamento de Control Acústico. (2009)
Los túneles pueden considerarse como una pantalla cerrada de la vía	15 db(A)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile.Tesis Doctoral.
Rotondas y microrotondas en lugar de cruces	4 dB(laeq)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile.Tesis Doctoral.
Reducción del 50% en el volumen del tráfico	3 dB(A)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile.Tesis Doctoral.
Construcción de un polígono peatonal y de bicicletas	0 a 5 dB(A)	Alfie Cohen, Miriam, & Salinas Castillo, Osvaldo. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable.
7. Orientar la distancia entre emisor y receptor	Índice de reducción	Fuente
Cada vez que se duplica la distancia en campo libre entre fuente puntual y el receptor	6 dB(A)	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.
Cada vez que se duplica la distancia entre fuente móvil y el receptor	3 dB(A)	Tam P.Y. (2000). GTZ El ruido y su mitigación, Módulo 5 C: Transporte sostenible.
8. Aplicar lineamientos de diseño urbano	Índice de reducción	Fuente

Medidas No Estructurales Clasificadas Como Medibles		
6. Reducir velocidad y tráfico en el sistema vial	Índice de reducción	Fuente
Vegetación densa con un ancho de 200 pies (60,96 mt) lo suficientemente alta, ancha y densa (que no se pueda ver a través de ella)	10 dB(A)	Tam P.Y. (2000). GTZ El ruido y su mitigación, Módulo 5 C: Transporte sostenible.
10% de huecos de fachada (relación muro-ventana)	10 dB(A)	Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02. Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.
Calles amplias que no sean calles de cañón (estrechas y con edificaciones altas)	3,1 dB(A)	Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L.(2012). INFLUENCIA DE LA CONFORMACIÓN DE LAS FACHADAS EN LA ATENUACIÓN DEL RUIDO. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas - CIAL, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
Fachada basada en aleros y pantallas verticales de cierre totalmente reflectantes (balcón sin tratamiento) tiene una atenuación dlfs	2 dB(A)	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.
Barrera natural por 10 metros de vegetación arbustiva tupida	0,2 a 1,2 dB(A)	

Fuente: Elaboración propia

13 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

13.1 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR RUIDO AMBIENTAL PRIVILEGIANDO LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD.

En desarrollo del objetivo 1 de la investigación sobre evaluar el nivel de ruido ambiental del suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica, se encontró que el estándar máximo permisible de ruido ambiental para el subsector zonas residenciales durante el día y la noche son diferentes para la Organización Mundial de la Salud (OMS) y para el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible en Colombia (MADS). La diferencia consiste en que el estándar es menos exigente en Colombia en comparación con lo sugerido por la OMS, lo cual significa que, aun cumpliendo la norma nacional de ruido ambiental en el territorio, se están generando efectos sobre la salud humana y este es un hallazgo del que se debe ser consciente al realizar la evaluación de la contaminación acústica en Colombia.

Mientras el nivel máximo permisible de ruido ambiental durante el día para el subsector zonas residenciales en la Resolución 627 de 2006 expedida por el MADS es de 65 dB(A) para la OMS es de 55 dB(A), lo que significa que incluso en el estándar máximo de 55 dB(A) se generan efectos sobre la salud humana como la dificultad de comprensión en la comunicación oral debido al umbral de audición humana y cambios en la conducta social generada por molestia moderada.

Adicional a estos efectos, la diferencia de 10 dB(A) entre el estándar máximo establecido por la OMS y el MADS, significa que cuando se cumple el nivel de ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial en Colombia, también se está generando el efecto sobre la salud de Cambios en la conducta social generada por molestia alta.

TABLA 43 ESTÁNDAR MÁXIMO RESIDENCIAL DE RUIDO AMBIENTAL DÍA

Nivel ruido (dB(A))	Día: 16 horas				Nivel ruido (dB(A))	Día: 14 horas
	Efectos sobre la salud humana OMS					Res. 627 de 2006
	Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana		Estándar máximo residencial día (dB(A))
0-30					0-30	
30-35					30-35	
35-40					35-40	
40-45					40-45	
45-50					45-50	65
50-55	Molestia moderada				50-55	
55-60					55-60	
60-65					60-65	
65-70	Molestia alta				65-70	
70-75					70-75	
75-80					75-80	
80-110	Aumenta actitud agresiva y reduce actitud cooperativa	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)			80-110	
110-140			Deficiencia	Comunicación extremadamente difícil	110-140	

Nota. Elaborado a partir de Resolución 627 de 2006 MAVDT y Guía ruido Urbano OMS.

Una vez planteada la relación entre nivel de ruido ambiental recomendada para mapas de ruido por el MADS en la Resolución 627 de 2006 y los efectos sobre la salud humana declarados por la OMS en la guía de ruido urbano de 1999, para el desarrollo del objetivo 1 de la investigación, surgió la necesidad de identificar criterios de evaluación estándar aplicables a un suelo urbanizable residencial independiente de su tamaño o localización territorial y que permitieran hacer una evaluación objetiva de la zona que presenta contaminación acústica según el resultado de los mapas de ruido mediante la calificación alta, media o baja.

Al tratar de cubrir esta necesidad de criterios de evaluación, no fue posible encontrar en los textos científicos o normativos una metodología de evaluación del nivel de

ruido ambiental después de emitido el mapa de ruido y que permita cruzar los análisis espaciales del mapa de ruido con los análisis espaciales de las áreas netas urbanizables, por lo tanto se propone la siguiente, no sin antes hacer la reflexión, que es posiblemente esta, una de las brechas existentes entre los análisis ambientales y los análisis urbanísticos, que al no superarse limitan la zonificación, dimensión y caracterización de los suelos con potencial de desarrollo urbanístico para el uso residencial que adicionalmente tienen contaminación acústica.

Para establecer la evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno con los parámetros: contaminación baja, contaminación media y contaminación alta, se tienen en cuenta los siguientes criterios: 1. Nivel de ruido ambiental diurno (dB(A)) adicional al permitido por la Resolución 627 de 2006. 2. Cantidad de efectos a la salud humana respecto a los identificados. 3. Impacto de los efectos sobre la salud humana (leve, intermedio, grave).

Al respecto, se clasificaron en esta investigación los efectos sobre la salud humana durante el día para establecer su impacto: 1) impacto leve (color verde) a los efectos de incremento en el riesgo cardiovascular y cambios en la conducta social por molestia moderada; 2) impacto intermedio (color amarillo) a los efectos de dificultad en la comprensión en la comunicación y cambios en la conducta social por molestia alta y, 3) impacto grave (color rojo) a los efectos de comunicación extremadamente difícil, deficiencia en la audición y aumento de actitud agresiva con reducción de conducta social.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 43 se sintetiza la escala de evaluación y criterios analizados para las zonas residenciales receptoras de contaminación acústica por ruido ambiental diurno:

TABLA 44 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE
CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL DIURNO

Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental diurno	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental diurno			
Conducta social	Cardiovascular	Audición	Umbral de audición humana	dB(A)	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res.627	Efectos sobre la salud (OMS)	Impacto de los efectos (OMS)
				0-55		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Molestia alta			Dificultad de comprensión en comunicación oral	55-60	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				60-65		0 dB(A) adicionales, pero excede en 10 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	0 leves, 2 intermedios, 0 graves
Molestia alta				65-70	Media	5 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 Identificados	1 bajo, 1 medio, 1 alto
Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)		Comunicación extremadamente difícil	70-75		10 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 bajo, 1 medio, 2 altos
Molestia alta		Deficiencia		75-80	Alta	15 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 bajo, 1 medio, 2 altos

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en relación con la contaminación por ruido ambiental nocturno mientras el nivel máximo permisible para el subsector zonas residenciales en la Resolución 627 de 2006 expedida por el MADS es de 50dB(A) para la OMS es de 45 dB(A), lo que significa que incluso en el estándar máximo de 45 dB(A) se genera pérdida de calidad del sueño como efecto sobre la salud humana.

Adicional a este efecto, la diferencia de 5 dB(A) entre el estándar máximo establecido por la OMS y el MADS, significa que cuando se cumple el nivel de ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial en Colombia, también se están generando efectos sobre la salud como la perturbación del sueño y cambios en la conducta social generada por molestia moderada.

TABLA 45 ESTÁNDAR MÁXIMO RESIDENCIAL DE RUIDO AMBIENTAL NOCHE

Noche: 10 horas Res. 627 de 2006 Estándar máximo residencial al noche (dB(A))	Nivel ruido (dB(A))	Noche: 8 horas				Nivel ruido (dB(A))	
		OMS					
		Estándar máximo residencial noche (dB(A))	Sueño	Conducta social	Cardiovascula r		Audición
50	0-30	45					0-30
	30-35						30-35
	35-40		Pérdida de calidad				35-40
	40-45						40-45
	45-50		Perturbación	Molestia moderada			45-50
	50-55						50-55
	55-60						55-60
	60-65				Molestia alta		60-65
	65-70						65-70
	70-75					Incrementa el riesgo (Cardiopatía isquémica)	70-75
	75-80						75-80
	80-110				Trastorno		Deficiencia
110-140				Aumenta actitud agresiva*		110-140	

Fuente: Elaboración propia

Con fundamento en lo anterior y para establecer la evaluación de zonas receptoras de contaminación acústica por ruido ambiental nocturno con los parámetros:

contaminación baja, contaminación media y contaminación alta, se tienen en cuenta los siguiente criterios: 1. Nivel de ruido ambiental nocturno (dB(A)) adicional al permitido por la Resolución 627 de 2006. 2. Cantidad de efectos la salud humana respecto a los identificados. 3. Impacto de los efectos sobre la salud humana (Leve, intermedio, grave).

Al respecto, a partir de la guía de ruido urbano publicada por la OMS se clasificaron en esta investigación los efectos sobre la salud humana durante la noche para establecer su impacto: 1) impacto leve (Color verde) a los efectos de incremento en el riesgo cardiovascular y cambios en la conducta social por molestia moderada; 2) impacto intermedio (Color amarillo) a los efectos cambios en la conducta social por molestia alta y perturbación del sueño, y 3) impacto grave (Color rojo) a los efectos deficiencia en la audición y trastorno del sueño.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 45 se sintetiza la escala de evaluación y criterios analizados para las zonas residenciales receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno.

Cuando se aplicó la evaluación al suelo urbanizable residencial receptor de contaminación acústica, se encontró que en todos los polígonos de estudio existe mayor incidencia en la noche tanto por superficie como por intensidad de la contaminación en comparación con el resultado en los mismos polígonos para el día.

También se encontró una diferencia para todos los polígonos de aproximadamente 10 dB(A) entre el resultado que excede el estándar de la Resolución 627 de 2006 en el día y el resultado que la excede en la noche en el mismo polígono.

Esto significa que en los polígonos de estudio de todos los municipios se pueden generar efectos a la salud humana relacionados con el sueño, la conducta social, riesgo cardiovascular y deficiencia auditiva. Teniendo en cuenta que donde actualmente es permitido construir incluso después de aplicar las medidas de distancia y retiros que tienen vigentes los planes de ordenamiento territorial, sigue existiendo contaminación acústica con casos tan graves como el polígono de Supía donde en su interior, si se construyera actualmente se supera hasta en 30 dB(A) el estándar de ruido ambiental nocturno máximo establecido en la Resolución 627 de 2006.

TABLA 46 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ZONAS RECEPTORAS DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO

Efectos sobre la salud humana (OMS)				Ruido ambiental nocturno	Evaluación de zonas receptoras de contaminación por ruido ambiental nocturno			
Sueño	Conducta social	Cardiovascular	Audición	dB(A)	Evaluación	dB(A) adicionales a los permitidos por Res. 627	Efectos sobre la salud (OMS)	Nivel de los efectos (OMS)
				6,06-45		0 dB(A) adicionales	No aplica	
Perturbación	Molestia moderada			45-50	Baja	0 dB(A) adicionales, pero excede en 5 dB(A) la recomendación OMS	2 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 0 grave
Perturbación	Molestia alta			50-55	Media	5 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 2 intermedio, 0 grave
Trastorno	Molestia alta			55-60	Alta	10 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			60-65	Alta	15 dB(A) adicionales	2 efectos de 4 Identificados	0 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta			65-70	Alta	20 dB(A) adicionales	3 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 1 grave
Trastorno	Molestia alta	Incrementa el riesgo (cardiopatía isquémica)	Deficiencia	70-75	Alta	25 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves
Trastorno	Molestia alta		Deficiencia	75-80	Alta	30 dB(A) adicionales	4 efectos de 4 Identificados	1 leve, 1 intermedio, 2 graves

Fuente: Elaboración propia

13.1.1 Aplicación Diferencial de Medidas de Intervención No Estructurales en Suelo Urbanizable Residencial Con Contaminación Acústica

En los supuestos de la investigación se afirmó que la aplicación de las medidas de intervención no estructurales que orientan la reducción del ruido ambiental, es diferencial según el nivel de contaminación acústica del suelo urbanizable residencial lo cual se pudo demostrar con los resultados de diferentes niveles de contaminación al interior de cada polígono de estudio y con la identificación de diferentes grupos de medidas en documentos normativos y científicos; sin embargo, también se encontró que los tomadores de decisiones a través de los planes de ordenamiento territorial, han establecido medidas homogéneas para todo el suelo calificado como suelo urbanizable residencial y no han considerado las diferencias que se generan en la intensidad de la contaminación, ni la diferencia entre fuentes emisoras hasta el punto que, no se han establecido medidas para reducir la contaminación generada por fuentes móviles y todas las medidas se han focalizado en las fuentes fijas, específicamente la industria.

De igual forma se afirmó que el ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica es generado por fuentes fijas (industria) y/o móviles (vehículos), lo cual en los polígonos de estudio pudo demostrarse. A diferencia del inicio de la problemática donde se tenía la percepción por parte de la autoridad ambiental regional de que la fuente generadora era la industria, se concluyó que en el caso del suelo urbanizable de Manizales y Chinchiná la fuente generadora de contaminación es una fuente móvil a diferencia del suelo urbanizable de Supía donde la fuente generadora de contaminación es tanto la fuente móvil como la fija.

Los resultados demuestran lo planteado por las hipótesis respecto a que las medidas para el suelo urbanizable que presenta contaminación acústica deben ser diferenciales, respecto a la fuente que las genera y también respecto a la intensidad de la inmisión en las áreas contaminadas, ya que si la intensidad de la inmisión es alta, media o baja está directamente relacionada con la necesidad según la localización de reducir 5 dB(A) en unas áreas dentro del polígono y hasta 30 dB(A) en otras áreas dentro del mismo polígono.

Es necesario ser precisos en la información de las zonas con contaminación acústica dentro de los polígonos residenciales, ya que medidas comunes a todos los municipios como la distancia podrían no ser efectivas en la reducción del ruido ambiental porque se aplican en áreas que no tienen contaminación acústica o en áreas que, aunque

tengan contaminación acústica no podrían ser urbanizadas pues forman parte de áreas con restricciones normativas para el uso y la ocupación.

En igual sentido, la aplicación diferencial de medidas de intervención no estructural o medidas de planificación también deberá corresponder con las diferentes escalas del planeamiento en un territorio y a partir de ello aplicar las medidas respectivas. En los resultados obtenidos como parte de la investigación en textos científicos y normativos se concluyó que las medidas se pueden agrupar en 8 clasificaciones: 1. establecer valores límite de calidad acústica, 2. delimitar la zonificación acústica, 3. adoptar instrumentos de planificación, 4. realizar estudios de detalle, 5. orientar la localización de usos del suelo, 6. reducir velocidad y tráfico en sistema vial y de transporte, 7. Orientar la distancia entre emisor y receptor y 8. Aplicar lineamientos de diseño urbano. De estas, los grupos de medidas clasificadas entre el 1 y el 4 son de aplicación para un primer nivel de planificación donde se aumenta el conocimiento acústico del área de estudio y en un segundo nivel de planificación después de desarrollado el primer grupo de medidas se pueden adoptar los grupos de medidas clasificadas entre el 5 y el 8. Lo anterior significa que, los municipios como Manizales, Chinchiná y Supía saltaron a tomar decisiones de planificación en sus planes de ordenamiento territorial del segundo nivel sin haber implementado el grupo de medidas que proporcionan información acústica de detalle, o medidas de primer nivel; por lo tanto, muchas de las medidas para reducción del ruido ambiental que están vigentes y en aplicación son insuficientes e incluso innecesarias pues carecen de información de base que las sustente.

Esta postura la comparten los expertos que participaron en el grupo focal y proponen en el momento de identificación de criterios técnicos para formulación de normas urbanísticas que, es conveniente la realización de estudios y análisis multicriterio para cada área a intervenir, es decir, en escenarios reales donde pueda hacerse una modelación de los proyectos en tiempo real y con los factores de afectación reales como requisito previo a la aprobación de una licencia ambiental.

13.1.2 Alcance de Medidas de Intervención No Estructurales en el Proceso de Reducción de la Contaminación Acústica Generada por Ruido Ambiental

En la hipótesis principal de la investigación se afirmó que las medidas de intervención no estructurales que orientan la reducción del ruido ambiental son medibles, lo cual es posible de calcular a partir de casos de estudio, pero, no se puede afirmar que con los datos de índice de reducción del ruido ambiental registrados en textos científicos se podría generalizar que, una vez aplicada la medida, el resultado en cualquier polígono de estudio sería el mismo.

El no poder generalizar el índice de reducción del ruido ambiental después de la aplicación de medidas no estructurales medibles, se explica en cuanto las variables que inciden en la reducción son múltiples y están relacionadas con las características físicas específicas de cada lugar y con las particularidades del diseño de fachadas o de vías.

En el caso de características físicas específicas de cada lugar el índice de reducción debe considerar variables como: la longitud o distancia entre emisor y receptor con o sin obstáculos y las características de cada obstáculo son diferentes, también se debe tener en cuenta la cobertura del suelo y su topografía, la dirección del viento, las propiedades de humedad relativa y temperatura de la atmósfera, la diferencia de altura entre el emisor y el receptor, etc.

En el caso de particularidades del diseño de fachadas, el índice de reducción de ruido ambiental debe considerar variables como orientación de la fachada, superficie lisa o con balcones y sus características, relación de altura de la fachada en relación con el ancho entre paramentos, etc.

En el caso de particularidades del diseño de vías, el índice de reducción del ruido ambiental debe considerar variables como pendiente, forma de curvas cerradas o abiertas, velocidad, tipo y cantidad de vehículos que circulan, intersecciones y elementos del perfil vial, etc.

Por lo anterior, se puede afirmar que las medidas de intervención no estructurales que orientan la reducción del ruido pueden ser medibles sólo cuando se apliquen y simulen en cada polígono de estudio, por separado pero con la información de estudios aislados disponibles, es irresponsable generalizar que los resultados obtenidos en países como

Chile, España y Colombia generarán los mismos índices de reducción de ruido en cualquier polígono de estudio; diferente a las posibilidades de cálculo de la reducción de ruido que ofrecen las medidas estructurales o medidas de ingeniería acústica, que se encuentran en el mercado inmobiliario y que cada fabricante garantiza mediante fichas técnicas, pues dependen de materiales constructivos y no de características del contexto urbanístico.

Aclarado lo anterior, en la Tabla 45 la síntesis de medidas no estructurales y su índice de reducción resultado de la consulta de textos científicos, a partir de la cual se puede interpretar que los mayores índices de reducción de ruido se pueden obtener con la implementación de los grupos de medidas para reducir velocidad y tráfico en el sistema vial, medidas que aplican lineamientos de diseño urbano y medidas para orientar la distancia entre emisor y receptor.

TABLA 47 SÍNTESIS DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES Y SU ÍNDICE DE REDUCCIÓN

Medidas para orientar la distancia entre emisor y receptor	Índice de reducción	Fuente
Cada vez que se duplica la distancia en campo libre entre fuente puntual y el receptor	6 dB(A)	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.
Cada vez que se duplica la distancia entre fuente móvil y el receptor	3 dB(A)	Tam P.Y. (2000). GTZ El ruido y su mitigación, Módulo 5 C: Transporte sostenible.
Medidas para reducir velocidad y tráfico en el sistema vial	Índice de reducción	Fuente
Soterramiento de un vial	20 dB(A)	Área de Gobierno de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad, Control y Evaluación Ambiental, Subdirección General de Evaluación y Control Ambiental, Departamento de Control Acústico. (2009)
Los túneles pueden considerarse como una pantalla cerrada de la vía	15 dB(A)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Tesis Doctoral.
Rotondas y microrotondas en lugar de cruces	4 dB (LAeq)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Tesis Doctoral.
Reducción del 50% en el volumen del tráfico	3 dB(A)	Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Tesis Doctoral.

Construcción de un polígono peatonal y de bicicletas	0 a 5 dB(A)	Alfie Cohen, Miriam, & Salinas Castillo, Osvaldo. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable.
Medidas que apliquen lineamientos de diseño urbano	Índice de reducción	Fuente
Vegetación densa con un ancho de 200 pies (60,96 m) lo suficientemente alta, ancha y densa (que no se pueda ver a través de ella)	10 dB(A)	Tam P.Y. (2000). GTZ El ruido y su mitigación, Módulo 5 C: Transporte sostenible.
10% de huecos de fachada (relación muro-ventana)	10 dB(A)	Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02.
Calles amplias que no sean calles de cañón (estrechas y con edificaciones altas)	3,1 dB(A)	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.
Fachada con aleros y pantallas verticales de cierre totalmente reflectantes (balcón sin tratamiento) tiene una atenuación DLfs	2 dB(A)	Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L. (2012). INFLUENCIA DE LA CONFORMACIÓN DE LAS FACHADAS EN LA ATENUACIÓN DEL RUIDO. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas - CIAL, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
Barrera natural por 10 metros de vegetación arbustiva tupida	0,2 a 1,2 dB(A)	Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.

Nota. Elaboración propia con base en consulta de textos científicos.

13.1.3 Insuficiencia De Medidas No Estructurales Adoptadas En Los Planes De Ordenamiento Territorial Para Orientar La Reducción De Niveles De Contaminación Acústica

En el desarrollo de la investigación se pudo demostrar la magnitud del problema de investigación planteado: Las normas urbanísticas de uso del suelo de los planes de ordenamiento territorial de Manizales, Chinchiná y Supía, son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental hasta niveles máximos permitidos en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica.

Al respecto, los resultados demuestran que la inclusión del conocimiento del control acústico como variable para la zonificación y asignación de usos del suelo en los planes de ordenamiento territorial es indispensable para una visión integral del territorio que permite controlar y gestionar el ruido. Esta es una de las afirmaciones del sistema normativo entorno al ruido, promulgado por la comunidad europea y por el gobierno

español particularmente desarrollado por la Ley del ruido y demás normas reglamentarias, las cuales establecen que:

La planificación territorial y planeamiento urbanístico, que deben tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación de planeamiento o medidas semejantes. (Gobierno español, 2003, P.7)

También se ha declarado por autores como José F. Alenza García, así:

Una planificación territorial que incluya al ruido como factor de ordenación, facilitará enormemente la delimitación de las áreas acústicas y el cumplimiento de sus respectivos objetivos de calidad acústica. No obstante, una vez delimitadas las áreas acústicas éstas comenzarán a influir y condicionar la ordenación urbanística, sus modificaciones y sus revisiones. De esta manera, deberá producirse una mutua interrelación entre la ordenación territorial y urbanística de los usos del suelo (que deberá tener en cuenta los objetivos de calidad acústica) y la delimitación de las áreas acústicas (que se articula sobre la base de los usos prioritarios del suelo). (Alenza, García José f., 2003, p.106)

Sin embargo, la gestión del ruido como factor de ordenación del territorio y como formación integral que deben tener los representantes del nivel municipal, no fue identificada en las entrevistas individuales y tampoco en el grupo focal, dichos representantes coincidieron en la ausencia de respuestas y aportes a los cuestionamientos directamente relacionados con la identificación de medidas de intervención y criterios técnicos para la reducción del ruido ambiental en zonas con contaminación acústica. Esto se interpreta como falta de conocimiento en materia de ruido por parte de los tomadores de decisiones en las Entidades Territoriales y se ratifica con el contraste de información entre la realidad registrada mediante instrumentos técnicos como los mapas de ruido, con las medidas adoptadas para la reducción de ruido en los planes de ordenamiento territorial vigentes y que deben ser aplicados en los mismos polígonos de estudio pero que tienen efectos insuficientes o nulos respecto a la localización de la contaminación acústica por ruido ambiental que registran.

13.1.4 Polígono De Estudio Manizales

La contaminación por ruido ambiental es generada por la vía Panamericana en una franja paralela a la vía que tiene un ancho aproximado de 100 m, con esta información se concluye que la industria no es el emisor y que no se disponen medidas para reducir la contaminación acústica. En este contexto y en contradicción a la situación acústica del área de estudio, es incorrecto que existan las siguientes medidas en el POT vigente:

- Por estar localizado el polígono en un área de actividad mixta (Principalmente) donde se permite el uso de vivienda en tipología unifamiliar, familiar y multifamiliar que está cerca de industria de alto impacto se debe cumplir con normativa especial para áreas de amortiguamiento vivienda/industria y sistemas de aislamiento acústico para minimizar el impacto producido por la industria existente.

Esta medida de distancia desconoce que la fuente generadora de ruido es la vía y no la actividad industrial según los resultados de los mapas de ruido.

- La norma especial para áreas de amortiguamiento vivienda/industria contenida en el Anexo A-3 Ficha Norma Urbana que forma parte integral del Plan de Ordenamiento Territorial dispone que en la medida que se aumenta la distancia entre el uso industrial y el uso residencial se puede acceder a un mayor índice de construcción hasta alcanzar el índice permitido para la zona cuando se haya generado una distancia mayor a 60 m y adicionalmente dispone la obligación de formular un plan de implantación.

Esta medida de distancia desconoce la localización de la contaminación acústica en el predio y obliga a los constructores del suelo urbanizable residencial a retirarse entre 15 m y 60 m a lo largo de un linderio de 150 m (Aproximadamente) sin que genere ningún efecto como reducción al ruido ambiental ya que justo donde se orienta a aplicar la medida se encontró que en las mediciones de ruido no se presenta contaminación generada por industria.

13.1.5 Polígono De Estudio Chinchiná

La contaminación por ruido ambiental es generada por la Avenida Uriel Gutiérrez la cual genera una franja paralela a la avenida que tiene un ancho continuo aproximado de 100 m y la vía Chinchiná – La Romelia – El Pollo, la cual genera una franja paralela a la

vía que tiene un ancho continuo aproximado de 90 m. Con lo cual se puede concluir que no presenta contaminación generada por la industria pero tampoco se dispone ninguna medida para reducir la contaminación acústica en las zonas caracterizadas dentro del polígono. En este contexto y en contradicción a la situación acústica del área de estudio, es incorrecto que existan las siguientes medidas en el PBOT vigente:

- Por estar localizado el predio en área de actividad múltiple se permite el uso de bodegas industriales de almacenamiento y uso residencial unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar (Parágrafo 1 del art. 55 del PBOT).

Esta medida desconoce que la fuente generadora de ruido es la vía y no la actividad industrial, con lo cual incentiva y aumenta la posibilidad de contaminación acústica generada por fuentes móviles al permitir la localización de bodegas industriales incrementando la circulación desde y hacia el polígono de vehículos de carga.

- El polígono de estudio es colindante con el uso industrial de la fábrica ALPINA por lo tanto, al interior del predio donde se localiza la industria y donde se va a establecer el uso residencial, se debe dejar un retiro arborizado de 15 m a lo largo del perímetro del lindero y adicionalmente las viviendas nuevas que se localicen deben incluir en su construcción medidas para mitigar los efectos que la industria pueda causar (parágrafo 3 y 4 del art. 57 y art.73 del PBOT).

Esta medida de distancia desconoce la localización de la contaminación acústica en el predio y obliga a los constructores del suelo urbanizable residencial a retirarse 15 m a lo largo de un lindero de 324 m (Aproximadamente), sin que genere ningún efecto como reducción al ruido ambiental ya que justo donde se debe aplicar la medida se encontró en las mediciones de ruido que no se presenta contaminación.

13.1.6 Polígono de Estudio Supía

La contaminación por ruido ambiental es generada por las ladrilleras en un radio aproximado de contaminación de 120 m desde la ladrillera más grande Vitrigres y desde la más pequeña Cataluña en un radio de contaminación de aproximadamente 60 m. La otra fuente de contaminación es la vía departamental que lo cruza, la cual genera una franja paralela a la vía que tiene un ancho continuo aproximado de 35 m pero con un tramo

ubicado en el norte del polígono que presenta una franja de contaminación paralela a la vía que tiene un ancho continuo aproximado de 170 m. Con lo cual se puede concluir que presenta contaminación generada por la industria y por la vía departamental pero en el esquema de ordenamiento territorial no se dispone de ninguna medida para reducir la contaminación acústica generada por la vía. En este contexto y en contradicción a la situación acústica del área de estudio, es incorrecto que existan las siguientes medidas en el EOT vigente:

- En el suelo suburbano que hace parte del polígono de estudio y que colinda con los predios donde se localizan 3 ladrilleras, se permite el uso de vivienda campestre (Página 23 del EOT) y también se establece que donde están ubicadas las ladrilleras es un suelo calificado como área para el asentamiento industrial que es considerada zona de uso minero para explotación de arcillas y que las plantas de transformación se ubicarán alejadas de zonas urbanizadas como mínimo a 500 metros y óptimo 1.500 m (Artículo 1 del Acuerdo 8 de 2010).

La contradicción e insuficiencia de la norma de distancia entre suelo industrial y urbanización queda clara, la colindancia del suelo rural (En donde se localizan la mayoría de las ladrilleras) es dada con el suelo suburbano (Donde se permite la vivienda campestre) y está localizado a tan solo 115 m de distancia de la ladrillera más grande conocida como Vitrigres y la ladrillera Cataluña está ubicada dentro del polígono suburbano. De este análisis se puede interpretar que la medida de 500 m y sugerida de 1500 m de distancia entre la industria y la vivienda es imposible de cumplir con la proximidad al suelo rural y al suburbano donde se permite la vivienda campestre y adicionalmente, se interpreta que la norma de 500 m de distancia regulada por el EOT no es consecuente con el radio de contaminación registrado en los mapas de ruido del polígono donde, para la industria Vitrigres es de 120 m y para la industria Cataluña es de 60 m.

13.1.7 Medidas de Intervención No Estructurales que Condicionan el Suelo Urbanizable Residencial Con Contaminación Acústica Generada por Ruido Ambiental

En la operacionalización de variables de la investigación, en la categoría normas urbanísticas se identificó la variable medidas no estructurales la cual ha sido definida desde el ordenamiento territorial por parte del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio como aquellas orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015, p. 290) y en el desarrollo de la consulta de textos científicos plantado metodológicamente se encontró que desde la acústica, Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. en el libro El ruido, esta misma variable es denominada como medidas de planificación urbanística hace parte de las 3 categorías de control de ruido propuestas que son: 1. Medidas de planificación urbanística, 2. Medidas de actuación administrativa y 3. Medidas de ingeniería acústica.

Al focalizarnos en las medidas de planificación urbanística o medidas de intervención no estructurales, es pertinente recordar que el objetivo general de la investigación es: Identificar medidas de intervención no estructurales, que condicionen al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental en Manizales, Chinchiná y Supía; y como resultado de su desarrollo se realizó la identificación de medidas a través de los siguientes recursos: en instrumentos de planificación vigentes de los polígonos de estudio, en las conversaciones con actores relevantes de las áreas de estudio y con expertos relacionados con el tema de ruido ambiental y en la consulta de documentos normativos y científicos nacionales e internacionales.

El comparativo entre estos medios de aproximación a las medidas de intervención no estructurales que condicionan el suelo urbanizable residencial con contaminación acústica se permitió identificar que las medidas comunes para todos los actores y documentos consultados son los siguientes grupos de medidas: 1. Establecer valores límite de contaminación acústica, 2. Orientar la localización de usos del suelo, 3. Adoptar e

implementar instrumentos de planificación de detalle, y 4. Orientar la distancia entre emisor y receptor.

Otro hallazgo es que las medidas conocidas por los actores son las que han sido adoptadas en los instrumentos de planificación y en consecuencia son las que actualmente se deben implementar en los polígonos de estudio; pero como ya se ha explicado, estas medidas son insuficientes para el control del ruido ambiental respecto a otro grupo de medidas que tienen tanta importancia como las adoptadas y que se han identificado tanto en documentos normativos como científicos, aunque con mayor predominancia en los normativos.

El otro grupo de medidas investigado que pueden condicionar el suelo urbanizable residencial son: 1. Delimitar la zonificación acústica, 2. Realizar estudios de detalle, 3. Reducir velocidad y tráfico en sistemas vial y de transporte y 4. Aplicar lineamientos del diseño urbano.

De este grupo de medidas, el relacionado con delimitar la zonificación acústica, tiene el potencial de condicionar a nivel de determinante de ordenamiento territorial al uso residencial a partir de la zonificación de áreas acústicas correspondientes al sector tranquilidad y ruido moderado (Son en las que se ubica el subsector residencial) para posteriormente establecer otra medida que aún no ha sido implementada en Caldas y es el establecer objetivos de calidad acústica en zonas de tranquilidad y ruido moderado.

El grupo de medidas relacionado con realizar estudios de detalle, tiene el potencial de condicionar a nivel de determinante de ordenamiento territorial al uso residencial a partir de la incorporación e implementación de los resultados de estudios y mapas de ruido a los planes de ordenamiento, así como con el deber de realizar estudios de impacto ambiental acústico antes de la ejecución de proyectos y para proyectos y modificaciones a los recorridos de transporte y vías estructurantes localizadas en áreas acústicas en las que se pueden construir el subsector residencial.

Del mismo grupo de medidas relacionado con realizar estudios de detalle, tiene el potencial de condicionar directamente el uso residencial a partir de la aplicación de medidas como diagnóstico y modelación de microclimas acústicos y de la elaboración de modelos de predicción de ruido a los emisores en etapa operacional del proyecto.

Respecto al grupo de medidas relacionado con reducir velocidad y tráfico en sistemas vial y de transporte, tiene el potencial de condicionar directamente el uso residencial a partir de la orientación del perfil vial que es generador de contaminación acústica mediante medidas como: delimitación de calles con templado de tráfico, peatonalización de calles, corredores y polígonos y soterramiento vial o túneles. Estas medidas son muy importantes para el ordenamiento territorial de las zonas acústicas correspondientes al sector tranquilidad y ruido moderado ya que como se pudo estudiar en los polígonos de suelo urbanizable residencial de Manizales, Chinchiná y Supía, todos presentan contaminación acústica generada por fuentes móviles.

Finalmente, del grupo de medidas relacionado con aplicar lineamientos del diseño urbano, tiene el potencial de condicionar directamente el uso residencial a partir de normas de habitabilidad que orienten el diseño de fachadas para reducir impacto acústico generado por la infraestructura vial; con normas de localización del sector residencial en relación con modelos de ocupación compactos, diversos y de densificación urbana y con normas que orienten la planificación y diseño vial evitando, por ejemplo, la conformación de calle de cañón.

Ahora bien, al integrar los resultados del análisis de la identificación de medidas de intervención no estructurales aplicables al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica y en contraste con la Teoría del Bienestar, es importante tener en cuenta varios factores: El primero es la evaluación de la contaminación acústica generada por ruido ambiental privilegiando los efectos sobre la salud, en este sentido ya se ha expuesto con suficiencia cuales son los efectos que se tienen aun cuando se cumple con los estándares máximos de ruido permitidos por la normatividad vigente. Satisfacer una necesidad básica como la salud es uno de los fundamentos del bienestar, el cual puede definirse según Duarte T. y Jimenez, R. (2007) en el artículo Aproximación a la teoría del bienestar, como el sentir de una persona al ver satisfechas todas sus necesidades en materia fisiológica y psicológica. El segundo factor tal y como lo exponen Duarte T. y Jimenez, R. (2007) en el artículo Aproximación a la teoría del bienestar, es que cualquier cambio que brinde calidad de vida a una persona sin que perjudique a otra, debe ser considerado como una mejora al bienestar de la sociedad y el tercer factor referenciando a Carreras,

M.(1992) en el artículo El óptimo de Pareto frente al utilitarismo, en donde el criterio de Pareto puede emplearse para determinar si una propuesta de cambio en política supondría o no una mejora.

Es necesario también retomar del referente teórico el criterio de clasificación de Pareto en el cual se enfoca el análisis y por esto se cita a continuación:

El criterio de Pareto es, a la vez, un criterio de clasificación para ciertas situaciones de la economía y de rechazo a clasificar otras. Este permite distinguir las situaciones óptimas y las sub-óptimas. En una situación óptima es imposible mejorar el bienestar de alguien sin que disminuya el de otros. En una situación sub-óptima, por el contrario, estos cambios son posibles. (Reyes-Blanco y Franklin-Sam, 2014, p.223).

Conociendo este contexto se aborda el análisis partiendo de la premisa que los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía se encuentran en situación económica sub-óptima dado que con la implementación de las medidas de intervención no estructurales identificadas para cada polígono de estudio en los municipios mencionados, puede mejorar el bienestar de las personas que habitarán las edificaciones de uso residencial entendiendo que, los niveles de contaminación acústica por ruido ambiental pueden ser controlados y gestionados para prevenir y reducir los efectos sobre la salud que esta genera. No podemos afirmar que la implementación de las medidas garantiza las reducciones de ruido ambiental en dichas zonas porque, como se ha expuesto anteriormente, las medidas deben responder a estudios acústicos detallados y es diferencial según el nivel de contaminación presentada de cada polígono en particular, y que las medidas de intervención no estructurales que se plantean en referencia a las consultas normativas y científicas responden a las necesidades específicas de los casos de estudio y en los países citados y en razón a ello el análisis va más allá de la premisa expuesta:

Para los municipios de Manizales y Chinchiná donde la principal fuente emisora de contaminación acústica por ruido ambiental son las vías, se establece que las medidas que se implementen para prevenir y reducir el ruido en el suelo residencial, no impactarán la industria de manera negativa, por el contrario, contribuirán a la mejora de las condiciones ambientales de los polígonos de estudio y demás zonas donde sean implementadas,

evidenciando así un cambio que brinda calidad de vida a una población sin generar perjuicios a otras, que debe ser considerado como una mejora al bienestar de la sociedad, situación que desde el criterio Parietano puede clasificarse como una situación económica sub-óptima.

Por el contrario, para el municipio de Supía donde los emisores de contaminación acústica por ruido ambiental son las industrias ladrilleras y las vías, una medida determinante es la orientación de la localización de usos del suelo a través de la clasificación de las áreas acústicas en atención al uso del suelo predominante, teniendo en cuenta el polígono de estudio donde predomina el uso industrial y en el caso hipotético de aplicación de esta medida de intervención no estructural, el uso residencial no sería permitido, por tanto, según el criterio Parietano estaríamos frente a una situación económica óptima.

En cuanto a los análisis de los textos normativos y científicos y en específico las medidas no estructurales en ellos identificadas, coinciden en dos objetivos principalmente que son el abordaje de la contaminación acústica por ruido ambiental para mejorar 1. la salud humana y 2. el medio ambiente, objetivos que están alineados con la teoría planteada y que evidencian la situación económica sub-óptima argumentada en el marco teórico de la investigación.

Como hallazgo en el análisis de la información normativa y científica, se establece que la problemática de ruido es abordada desde los campos referenciados por García y Garrido (2003) en su artículo sobre la contaminación acústica: 1. Desde el conocimiento determinando la realización de estudios detallados para conocer los niveles de contaminación acústica por ruido ambiental representados en los mapas de ruido y que constituyen el principal insumo para la gestión del ruido ambiental. 2. Desde el campo de las normas y las acciones concretas determinando la clasificación de los usos del suelo en consideración a las áreas con afectación acústica, la adopción de instrumentos de planificación de detalle como los planes de acción preventiva y correctora según el caso, la adopción de planes de conservación para áreas de reserva de sonidos de origen natural, la modelación predictiva de proyectos catalogados como emisores que incluye estudios detallados de impacto acústico, medidas de prevención y reducción de ruido a través de

software que debería ser adquirido por las instituciones reguladoras como autoridades territoriales y ambientales, responsables de aprobación de licencias urbanísticas y ambientales. 3. Desde el campo de la información-formación determinando tasas por contaminación para generar conciencia de las acciones contaminantes y donde el recurso es invertido en infraestructuras de monitoreo y control, es decir, en el fortalecimiento institucional y generar conciencia en la población dando a conocer los riesgos en la salud a causa del ruido ambiental. Se trae a colación una frase emitida por el representante de la Secretaría jurídica del municipio de Chinchiná en su participación del grupo focal en el momento de identificación de medidas y haciendo alusión a que el control del ruido responde a un conjunto de acciones y a el "equilibrio o conjugación de medidas socialmente aceptables y económicamente viables".

Otra consideración que plantean García y Garrido, 2003, p. 214, hace referencia a la posibilidad de mejora de las normativas de las administraciones enfatizando en las locales y en ese sentido menciona normativas estándar o, estereotipadas sin ninguna consideración de la realidad y problemáticas de cada territorio y el escaso interés de la mayoría de las administraciones. En el contexto anterior se aborda el rol que deben asumir las autoridades territoriales y ambientales como responsables de las decisiones en materia de ordenamiento territorial y en el establecimiento de políticas públicas. Con fundamento en el criterio Parietano podemos argumentar que es posible realizar una propuesta de cambio en la política de ordenamiento territorial en cuanto a la incorporación de la gestión de la contaminación acústica por ruido ambiental porque representa una mejora y contribuye al bienestar social.

14 CONCLUSIONES

14.1 CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 1. EVALUAR EL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL DEL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En los predios receptores de contaminación acústica es necesario: primero, delimitar el suelo urbanizable o área neta para identificar las áreas que se pueden construir con el uso residencial; segundo, establecer para estas áreas la magnitud de la contaminación acústica mediante mapas de ruido, además de caracterizar y evaluar estas áreas en relación con los niveles de ruido y con los efectos sobre la salud y tercero, identificar medidas de intervención diferenciales para reducir el ruido ambiental hasta garantizar niveles estándar de ruido ambiental. Establecer la obligación de medidas de reducción de ruido sin mapas de ruido del suelo urbanizable y posteriormente formular proyectos residenciales sin soportes técnicos acústicos, genera impactos económicos al sector de la construcción y efectos negativos sobre la salud humana de sus habitantes y principalmente, no reducen la contaminación acústica por ruido ambiental por la insuficiencia de las medidas establecidas.

Para la clasificación y evaluación del suelo receptor de contaminación acústica por ruido ambiental se debe identificar la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial día establecido por la Resolución 627 de 2006 (65 dB(A)), y la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial día recomendado por la OMS (55 dB(A)) ya que la localización de construcciones residenciales en este suelo generan efectos sobre la salud humana relacionados con: dificultad de comprensión en la comunicación oral debido al umbral de audición humana, cambios en la conducta social generada por molestia moderada y cambios en la conducta social generada por molestia alta.

Para la clasificación y evaluación del suelo receptor de contaminación por ruido ambiental se debe identificar la superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial noche establecido por la resolución 627 de 2006 (50 dB(A)), y la

superficie de suelo urbanizable que supera el estándar máximo residencial noche recomendado por la OMS (45 dB(A)) ya que la localización de construcciones residenciales en este suelo generan efectos sobre la salud humana relacionados con: pérdida de calidad del sueño, perturbación del sueño y cambios en la conducta social generada por molestia moderada.

14.1.1 Evaluación Polígono Manizales

De la evaluación del suelo urbanizable residencial dentro del polígono de estudio localizado en el municipio de Manizales, se concluye que actualmente existe contaminación por ruido ambiental diurno que causa efectos sobre la salud humana en 4,4has lo que representa el 9,9% del suelo urbanizable. De este 9,9%: el suelo calificado con contaminación baja es del 9,9% y no se presenta contaminación media y alta.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica no excede el estándar día establecido en la Resolución 627 de 2006 sobre ruido ambiental y la contaminación que se presenta es respecto al estándar de la OMS el cual se excede hasta en 10 dB(A) y se localiza paralela a la vía Panamericana, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

Actualmente existe contaminación por ruido ambiental nocturno que causa efectos sobre la salud humana en 7,1has lo que representa el 16,2% del suelo urbanizable. De este 16,2%: el suelo calificado con contaminación baja es del 8,8%, con contaminación media es del 5,9% y con contaminación alta es del 1,5%.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica excede hasta en 10 dB(A) el estándar noche establecido en la resolución nacional 627 de 2006 sobre ruido ambiental y se localiza paralela a la vía Panamericana, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

14.1.2 Evaluación Polígono Chinchiná

De la evaluación del suelo urbanizable residencial dentro del polígono de estudio localizado en el municipio de Chinchiná, se concluye que actualmente existe contaminación por ruido ambiental diurno que causa efectos sobre la salud humana en

6,3has lo que representa el 20,4% del suelo urbanizable. De este 20,4%: el suelo calificado con contaminación baja es del 18,2%, con contaminación media es del 1,6% y con contaminación alta es del 0,6%.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica se excede hasta en 15 dB(A) el estándar día establecido en la resolución nacional 627 de 2006 sobre ruido ambiental y se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero y a la carrera 4, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

Actualmente existe contaminación por ruido ambiental nocturno que causa efectos sobre la salud humana en 13,1has lo que representa el 42,5% del suelo urbanizable. De este 42,5%: el suelo calificado con contaminación baja es del 22,4%, con contaminación media es del 11,5% y con contaminación alta es del 8,5%.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica excede hasta en 25 dB(A) el estándar noche establecido en la resolución nacional 627 de 2006 sobre ruido ambiental y se localiza paralela a la vía Troncal del eje cafetero y a la carrera 4, por lo tanto, se concluye que la fuente principal que la genera es la infraestructura vial y no la actividad industrial.

14.1.3 Evaluación Polígono Supía

De la evaluación del suelo urbanizable residencial dentro del polígono de estudio localizado en el municipio de Supía, se concluye que actualmente existe contaminación por ruido ambiental diurno que causa efectos sobre la salud humana en 4has lo que representa el 14,7% del suelo urbanizable. De este 14,7%: el suelo calificado con contaminación baja es del 12,6%, con contaminación media es del 1,3% y con contaminación alta es del 0,8%.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica se excede hasta en 15 dB(A) el estándar día establecido en la resolución nacional 627 de 2006 sobre ruido ambiental y se localiza paralela a la vía que da acceso a las ladrilleras, pero también alrededor de cada una de las ladrilleras que se localizan dentro del polígono de estudio. Por lo anterior, se concluye que las fuentes principales de la contaminación acústica son la infraestructura vial y la actividad industrial.

Actualmente existe contaminación por ruido ambiental nocturno que causa efectos sobre la salud humana en 7,06has lo que representa el 25,6% del suelo urbanizable. De este 25,6%: el suelo calificado con contaminación baja es del 9,8%, con contaminación media es del 10,1% y con contaminación alta es del 5,7%.

Este suelo urbanizable con contaminación acústica excede hasta en 30 dB(A) el estándar noche establecido en la Resolución 627 de 2006 y se localiza paralela a la vía que da acceso a las ladrilleras, pero también alrededor de cada una de las ladrilleras que se localizan dentro del polígono de estudio. Por lo anterior, se concluye que las fuentes principales de la contaminación acústica son la infraestructura vial y la actividad industrial.

14.1.4 Análisis Comparativo Municipios Manizales, Chinchiná y Supía

Al comparar los resultados de contaminación por ruido ambiental en el suelo urbanizable de los polígono de Manizales, Chinchiná y Supía se puede concluir que el polígono con mayor contaminación por ruido ambiental es Chinchiná. Esta contaminación ocupa 6,3has del suelo urbanizable en el día (20,4%) y 13,1has en la noche (42,5%).

El polígono con una evaluación alta a la mayor superficie del suelo urbanizable con contaminación por ruido ambiental nocturno es Chinchiná y es generado por la colindancia en gran extensión del polígono de estudio con dos vías estructurantes.

La fuente contaminante principal común a todos los polígonos de estudio es la movilidad vehicular y sólo en el caso de Supía se identificó que la fuente fija que corresponde a industria (ladrilleras) es la principal fuente generadora de contaminación acústica por ruido ambiental.

La conclusión de que en todos los polígonos de estudio la fuente móvil es generadora de contaminación acústica por ruido ambiental y sólo en Supía la Industria puede ser considerada como fuente generadora de esta contaminación, permite demostrar la hipótesis secundaria de la investigación que afirma que el ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica es generado por fuentes fijas (industria) y/o móviles (vehículos).

Con los resultados de la evaluación del suelo urbanizable residencial dentro de los polígonos de estudio, también se concluye que lo expresado en la problemática de la

investigación relacionada con la consideración de CORPOCALDAS de que la principal fuente emisora del ruido ambiental es la industria, es una afirmación imprecisa para el polígono de Supía debido y equivocada en el caso de los polígonos de Manizales y Chinchiná en donde la industria no es generadora de contaminación ambiental y por el contrario la principal fuente contaminante es la movilidad vehicular.

Estos resultados a su vez son concluyentes respecto a la insuficiencia de las medidas para control del ruido ambiental establecidas en los planes de ordenamiento territorial de Supía, Chinchiná y Manizales ya que en los tres planes de ordenamiento territorial se establecen medidas de distancia entre la industria y el uso residencial y en contradicción ninguno establece medidas para el control de la contaminación generada por la movilidad vehicular. Incluso en el POT de Manizales se establece una norma especial denominada “áreas de amortiguamiento vivienda-industria” la cual debe aplicarse en el polígono San Marcel aun cuando en este polígono la contaminación por ruido ambiental no tiene como fuente emisora la industria.

14.2 CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 2. IDENTIFICAR MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES, APLICABLES AL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, A PARTIR DE LA PERCEPCIÓN Y/O CONOCIMIENTO DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS CON EL RUIDO AMBIENTAL

Las normas urbanísticas de los planes de ordenamiento territorial deben estar articuladas al contenido estratégico del plan mediante la definición precisa de objetivos de calidad acústica y políticas que orienten a la prevención, control, reducción y gestión de zonas receptoras de contaminación acústica. En los polígonos de estudio las medidas de intervención no estructurales son un efecto de los requerimientos propios de la concertación ambiental de los planes, pero no son el resultado de conocimiento del territorio que genera la diferenciación de medidas según las particularidades de los suelos urbanizables residenciales.

Las medidas de intervención no estructurales para el suelo receptor de contaminación acústica por ruido ambiental establecidas en los planes de ordenamiento territorial de los polígonos de estudio, aunque son medidas adecuadas para la reducción del ruido, orientan equivocadamente la formulación de proyectos ya que se asume sin soporte técnico acústico específico del área de estudio que el principal emisor de ruido ambiental es la industria y omite el impacto que generan las vías estructurantes hasta niveles en que no se establecen condiciones en su ordenamiento territorial y tampoco medidas del receptor respecto a las vías.

Las medidas de intervención no estructurales identificadas en los planes de ordenamiento territorial para reducir los niveles de ruido ambiental, que fueron analizados en esta investigación, tienen en común que establecen condiciones al uso del suelo industrial y residencial para mitigar impactos ambientales, urbanísticos y sociales. Estas medidas son: Adoptar e implementar instrumentos de planificación de detalle (Plan parcial y planes de implantación), Orientar la localización de usos del suelo (Industriales), establecer valores límite de calidad acústica (Remitirse a Resolución 627 de 2006 expedida por MADS), Orientar la distancia entre emisor y receptor (la industria y el uso residencial).

Aunque estas medidas de intervención permiten la reducción de niveles de ruido ambiental, se puede concluir que no son suficientes para evitar que se presenten efectos negativos en la salud humana generados por la contaminación acústica cuando se adopta la medida como norma urbanística pero no se cuenta con estudios de detalle acústico que la orienten y soporten. Ejemplo de ello son las medidas para orientar la distancia entre emisor (Industria) y receptor (Residencial) vigentes en el plan básico de ordenamiento de Chinchiná y en el plan de ordenamiento territorial de Manizales, la cual aplica de manera general para todos los predios colindantes residenciales e industriales pero cuando se aplica de manera específica en los polígonos de estudio de esta investigación, se queda la medida sin efecto ya que el emisor de la contaminación es la vía y no la industria como lo asumen las normas urbanísticas.

La información registrada a partir de la percepción y/o conocimiento de los actores fue relevante para la fase de identificación de medidas, una de ellas es la realización de estudios multicriterio o estudios detallados de acuerdo con las características físicas

particulares del lugar y según sus niveles de contaminación acústica, lo cual ratifica la aplicación diferencial de medidas de intervención no estructurales en suelos de uso residencial potenciales de ser condicionados a nivel de determinante de ordenamiento territorial.

Los expertos en ruido ambiental participantes en esta investigación coinciden con los documentos normativos y científicos en la identificación de medidas que establecen valores límite de contaminación acústica, que orientan la localización de usos del suelo, que adoptan e implementan instrumentos de planificación de detalle, que orientan la distancia entre emisor y receptor y que gestionan el tráfico y orientan el diseño del perfil vial.

La importancia del ruido como factor ordenador del territorio y la insuficiencia de las normas urbanísticas de uso del suelo en los planes de ordenamiento territorial para orientar su gestión y reducción hasta los niveles máximos permitidos en suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica, es evidente en la falta de conocimiento en materia de gestión del ruido ambiental por parte de las autoridades territoriales municipales responsables de la toma de decisiones, por tanto, debe realizarse un ajuste institucional en formación para que a partir de ese nuevo conocimiento pueda establecerse las normas y las acciones conducentes a una propuesta de cambio en la política de ordenamiento territorial que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población y promueva el desarrollo.

14.3 CONCLUSIONES DEL OBJETIVO 3. CLASIFICAR MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES, APLICABLES AL SUELO URBANIZABLE RESIDENCIAL QUE ES RECEPTOR DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR RUIDO AMBIENTAL, A PARTIR DE TEXTOS CIENTÍFICOS Y NORMATIVOS

En general la clasificación de las medidas de intervención aplicables al suelo urbanizable que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental se puede realizar en diferentes grupos: 1. Según la localización de la medida y 2. Según la finalidad de la medida.

Según la localización, las medidas de intervención pueden ubicarse en la fuente para afectar la generación de ruido, en la zona de intermedia entre el emisor y el receptor para afectar la propagación del ruido y en el receptor para afectar la recepción del ruido.

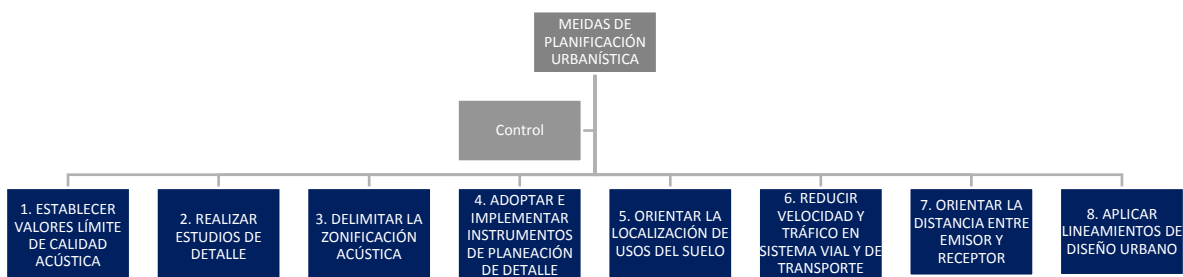
Según la finalidad, las medidas de intervención se clasifican en monitoreo, control y evaluación del control. Adicionalmente, según Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. en el libro El ruido, las medidas de control del ruido ambiental se pueden clasificar entre categorías: medidas de planificación, actuación administrativa e ingeniería acústica.

Planificación urbanística, actuación administrativa e Ingeniería acústica. Las medidas de planificación urbanística son las mismas medidas de intervención no estructural estudiadas en esta investigación.

Al respecto, el gobierno español (2003) en la ley del ruido dispuso en relación a las medidas de control que: a) La planificación territorial y planeamiento urbanístico, que deben tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación de planeamiento o medidas semejantes. (p.7)

Teniendo en cuenta la definición de medidas no estructurales establecida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia en el decreto 1077 de 2015: Las medidas no estructurales, orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas (p.84), en esta investigación se identificaron después de la realización de entrevistas, grupo focal con expertos, revisión de los planes de ordenamiento territorial, análisis de textos normativos y científicos, 8 grupos de medidas de intervención no estructurales que condicionan al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental y que a su vez contienen 27 medidas no estructurales específicas:

FIGURA 58 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES O MEDIDAS DE PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA



Fuente: Elaboración propia

Las condiciones al suelo urbanizable residencial que establecen las medidas de intervención no estructural identificadas, se pueden clasificar en: 1. Medidas que por su jerarquía normativa se constituyen en determinantes de ordenamiento territorial, 2. Medidas que condicionan el uso residencial por ser receptor de impactos ambientales (contaminación acústica) y sociales (efectos negativos a la salud humana) y 3. Medidas que condicionan el ordenamiento de los perfiles viales del sistema de movilidad y transporte.

TABLA 48 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES O DE PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA

Grupo de medidas	Medidas de Planificación Urbanística o de Intervención No Estructurales	Medidas que condicionan como Determinantes de ordenamiento	Medidas que condicionan al uso residencial	Medidas que condicionan el ordenamiento del perfil vial
1. Establecer valores límite de calidad acústica	1. Objetivos de calidad acústica. 2. Normas de emisión: estándar máximo permisible de nivel de emisión de ruido por áreas de actividad. 3. Normas de inmisión: estándar máximo permisible de nivel de ruido ambiental.			
2. Realizar estudios de detalle	4. Estudios y mapas de ruido expedidos por autoridad ambiental deben ser incorporados e implementados en POT 5. Estudio de impacto ambiental por contaminación acústica antes de la ejecución de proyectos			

Grupo de medidas	Medidas de Planificación Urbanística o de Intervención No Estructurales	Medidas que condicionan como Determinantes de ordenamiento	Medidas que condicionan al uso residencial	Medidas que condicionan el ordenamiento del perfil vial
3. Delimitar la zonificación acústica	<p>6. Estudio de impacto ambiental acústico para proyectos y modificaciones a los recorridos de transporte y vías estructurantes.</p> <p>7. Diagnóstico y modelación de microclimas acústicos</p> <p>8, Modelos de predicción de ruido a los emisores en etapa operacional del proyecto</p> <p>9. Zonificación de áreas acústicas</p> <p>10. Zonificación de los espacios afectados en función del grado de superación de los límites en zonas de contaminación alta, moderada y bajo.</p> <p>11. Zonas de servidumbre acústica o área perimetral de amortiguamiento</p> <p>12. Delimitación de zonas restringidas y vehículos exentos</p> <p>13. Zonas de situación acústica especial (ZPAE)</p>			
4. Adoptar e implementar instrumentos de planificación de detalle	<p>14. Plan de acción en materia de contaminación acústica o plan de descontaminación por ruido</p> <p>15. Licencia urbanística y sistema de autocontrol de emisiones acústicas</p>			
5. Orientar la localización de usos del suelo	<p>16. Licencia ambiental para prevenir la contaminación sonora generada por aeropuertos</p> <p>17. Condiciones de localización para usos generadores de ruido</p> <p>18. Condiciones de emplazamiento del uso residencial a partir de criterios acústicos e impactos del ruido</p> <p>19. Localización de edificios comerciales al lado de vías y alejar los edificios residenciales por ser más sensibles</p>			
6. Reducir la velocidad y tráfico en el sistema vial	<p>20. Delimitación de calles o recintos con Templado de tráfico: Estrechamiento de calzada o de carriles, Cambios de alineación, Diseño de cruces.</p>			

Grupo de medidas	Medidas de Planificación Urbanística o de Intervención No Estructurales	Medidas que condicionan como Determinantes de ordenamiento	Medidas que condicionan al uso residencial	Medidas que condicionan el ordenamiento del perfil vial
y de transporte	<p>21. Peatonalización de calles, corredores y polígonos peatonales y de bicicletas</p> <p>22. Soterramientos vial o túneles</p>			
7. Orientar la distancia entre emisor y receptor	<p>23. Aumentar la distancia de localización entre emisor y receptor</p> <p>24. Espacio abierto como zona de amortiguamiento entre emisor y receptor</p> <p>25. Modelo de ocupación: Modelo compacto y diversificación de usos del suelo, Densificación urbana, Trazado urbano y ancho de vías que favorezca la dispersión.</p>			
8. Aplicar lineamientos de diseño urbano	<p>26. Diseño de fachadas: Relación muro ventana y Forma de la fachada: balcones, voladizos</p> <p>27. Planificación y diseño vial: Desviar el flujo vial, Geometría vial, Evitar altas pendientes y curvas cerradas, Relación entre ancho de vía y altura de la edificación en calles de cañón.</p>			

Fuente: Elaboración propia

14.4 CONCLUSIONES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El problema de investigación es que las normas urbanísticas de uso del suelo de los planes de ordenamiento territorial son insuficientes para orientar la reducción del ruido ambiental en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica y en consecuencia la pregunta orientadora de la investigación es: ¿Cuáles son las medidas de intervención no estructurales que establecen condiciones al suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica en los polígonos de estudio localizados en Manizales, Chinchiná y Supía?; por lo tanto, la respuesta y conclusión por polígono de estudio es la siguiente:

14.4.1 Polígonos De Estudio En Manizales Y Chinchiná

Para los polígonos de estudio San Marcel ubicado en Manizales y Liofilizado ubicado en Chinchiná, de las 27 medidas de intervención no estructurales identificadas para suelo urbanizable residencial, se concluye que aquellas que le establecen condiciones al uso residencial son 18 medidas.

De estas 18 medidas se encuentran adoptadas por el gobierno nacional 2 medidas relacionadas con los estándares de emisión e inmisión, otras 2 medidas se generan como resultado de esta investigación relacionadas con diagnóstico de microclimas acústicos y zonificación de contaminación alta, moderada y bajo y 14 medidas adicionales se pueden implementar para orientar suficientemente la reducción del ruido ambiental dentro del alcance que tienen las normas de ordenamiento territorial y a partir de ellas dar paso a la aplicación en la etapa de proyecto a la aplicación de medidas de ingeniería acústica y/o medidas de actuación administrativa.

De las 14 medidas adicionales pendientes, sólo 2 medidas han sido implementadas en el plan de ordenamiento territorial de Manizales y en el plan básico de ordenamiento territorial de Chinchiná pero como no son coherentes con los resultados técnicos obtenidos en esta investigación, es necesario que las normas o medidas que establecen condiciones de emplazamiento del uso residencial a partir de criterios acústicos e impactos del ruido y orientan la distancia de localización entre emisor y receptor, se ajusten con soporte técnico mediante una modificación de norma urbanística al plan.

El polígono de Manizales, tiene contaminación acústica generada por la vía y no por la industria; pero en el POT no se disponen de medidas de control para la contaminación acústica delimitada. Con este análisis, se recomienda simular las siguientes 18 medidas identificadas en la investigación para la posterior modificación excepcional de norma urbanística del POT: Grupo 1: medidas 1, 2 y 3. Grupo 2: medidas 4, 5, 7, y 8. Grupo 3: medidas 9, 10 y 11. Grupo 4: medidas 14 y 15. Grupo 5: medidas 18 y 19. Grupo 7: medidas 23 y 24. Grupo 8: medidas 26 y 27.

El polígono de Chinchiná, tiene contaminación acústica generada por la vía y no por la industria; pero en el PBOT no se dispone de medidas de control para la contaminación acústica delimitada. Con este análisis, se recomienda simular las siguientes

18 medidas identificadas en la investigación para la posterior modificación excepcional de norma urbanística del PBOT: Grupo 1: medidas 1, 2 y 18 3. Grupo 2: medidas 4, 5, 7, y 8. Grupo 3: medidas 9, 10 y 11. Grupo 4: medidas 14 y 15. Grupo 5: medidas 18 y 19. Grupo 6: medida 20. Grupo 7: medidas 23 y 24. Grupo 8: medida 26.

14.4.2 Polígono De Estudio En Supía

El polígono de Supía, tiene contaminación generada por la industria y por la vía departamental pero en el EOT no se dispone de medidas de control para la contaminación acústica delimitada. Con este análisis, se recomienda simular las siguientes 16 medidas identificadas en la investigación para la posterior modificación excepcional de norma urbanística del EOT: Grupo 1: medidas 1, 2 y 3. Grupo 2: medidas 4, 5, 7, y 8. Grupo 3: medidas 9, 10 y 13. Grupo 4: medidas 14 y 15. Grupo 5: medida 18. Grupo 7: medidas 23 y 24. Grupo 8: medida 26.

Sin embargo, la conclusión respetuosa para este polígono de estudio es modificar el esquema de ordenamiento territorial imposibilitando localización del uso residencial alrededor del suelo industrial localizado en el área de actividad minera.

La actividad minera está localizada en el polígono de estudio por las posibilidades de extracción de materias primas en este territorio y con esta condición no es factible pensar su traslado a otra zona del municipio, con el valor agregado que las ladrilleras hacen parte de la base económica y de la cultura de los supieños.

Esta condición asociada al territorio y los resultados de ruido ambiental nocturno que causa efectos sobre la salud humana en el 25,6% del suelo urbanizable, alcanzando niveles que excede hasta en 30 dB(A) el estándar noche establecido en la Resolución 627 de 2006 sobre ruido ambiental, además de la presencia de doble fuente emisora de contaminación acústica en la infraestructura vial y la actividad industrial, son razones que indican en este polígono de estudio la incompatibilidad entre el uso industrial y el uso residencial que es muy posible que incremente los niveles de contaminación si se amplía la vía departamental que da acceso a las ladrilleras y con ello aumentaría los flujos vehiculares. Por las razones expuestas, se concluye que el mejor lineamiento que deben seguir las normas urbanísticas del polígono de estudio es hacia la consolidación de la zona industrial y a controlar el ruido

ambiental en las viviendas existentes, sin aumentar su impacto a un mayor número de habitantes residentes.

TABLA 49 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NO ESTRUCTURALES O DE PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA IDENTIFICADAS PARA CADA POLÍGONO DE ESTUDIO

Grupo de medidas	Medidas de planificación urbanística o de intervención no estructurales	Medidas polígono de estudio san Marcel en Manizales	Medidas polígono de estudio liofilizado en Chinchiná	Medidas polígono de estudio ladrilleras en Supía
1. Establecer valores límite de calidad acústica	1. Objetivos de calidad acústica. 2. Normas de emisión: estándar máximo permisible de nivel de emisión de ruido por áreas de actividad. 3. Normas de inmisión: estándar máximo permisible de nivel de ruido ambiental.	Resolución MADS N°627 de 2006	Resolución MADS N°627 de 2006	Resolución MADS N°627 de 2006
		Resolución MADS N°627 de 2006	Resolución MADS N°627 de 2006	Resolución MADS N°627 de 2006
2. Realizar estudios de detalle	4. Estudios y mapas de ruido expedidos por autoridad ambiental deben ser incorporados e implementados en POT 5. Estudio de impacto ambiental por contaminación acústica antes de la ejecución de proyectos 6. Estudio de impacto ambiental acústico para proyectos y modificaciones a los recorridos de transporte y vías estructurantes.			
3. Delimitar la zonificación acústica	7. Diagnóstico y modelación de microclimas acústicos 8. Modelos de predicción de ruido a los emisores en etapa operacional del proyecto 9. Zonificación de áreas acústicas 10. Zonificación de los espacios afectados en función del grado de superación de los límites en zonas de contaminación alta, moderada y bajo.	Investigación	Investigación	Investigación
		Investigación	Investigación	Investigación
	11. Zonas de servidumbre acústica o área perimetral de amortiguamiento			
	12. Delimitación de zonas restringidas y vehículos exentos			

Grupo de medidas	Medidas de planificación urbanística o de intervención no estructurales	Medidas polígono de estudio san Marcel en Manizales	Medidas polígono de estudio liofilizado en Chinchiná	Medidas polígono de estudio ladrilleras en Supía
4. Adoptar e implementar instrumentos de planificación de detalle	<p>13. Zonas de situación acústica especial (ZPAE)</p> <p>14. Plan de acción en materia de contaminación acústica o plan de descontaminación por ruido</p> <p>15. Licencia urbanística y sistema de autocontrol de emisiones acústicas</p> <p>16. Licencia ambiental para prevenir la contaminación sonora generada por aeropuertos</p>			
5. Orientar la localización de usos del suelo	<p>17. Condiciones de localización para usos generadores de ruido</p> <p>18. Condiciones de emplazamiento del uso residencial a partir de criterios acústicos e impactos del ruido</p> <p>19. Localización de edificios comerciales al lado de vías y alejar los edificios residenciales por ser más sensibles</p>	Modificar Norma POT	Modificar Norma PBOT	
6. Reducir la velocidad y tráfico en el sistema vial y de transporte	<p>20. Delimitación de calles o recintos con Templado de tráfico: Estrechamiento de calzada o de carriles, Cambios de alineación, Diseño de cruces.</p> <p>21. Peatonalización de calles, corredores y polígonos peatonales y de bicicletas</p> <p>22. Soterramientos vial o túneles</p>			
7. Orientar la distancia entre emisor y receptor	<p>23. Aumentar la distancia de localización entre emisor y receptor</p> <p>24. Espacio abierto como zona de amortiguamiento entre emisor y receptor</p>	Modificar Norma POT	Modificar Norma POT	
8. Aplicar lineamientos de diseño urbano	<p>25. Modelo de ocupación: Modelo compacto y diversificación de usos del suelo, Densificación urbana, Trazado urbano y ancho de vías que favorezca la dispersión.</p>			

Grupo de medidas	Medidas de planificación urbanística o de intervención no estructurales	Medidas polígono de estudio san Marcel en Manizales	Medidas polígono de estudio liofilizado en Chinchiná	Medidas polígono de estudio ladrilleras en Supía
	26. Diseño de fachadas: Relación muro ventana y Forma de la fachada: balcones, voladizos 27. Planificación y diseño vial: Desviar el flujo vial, Geometría vial, Evitar altas pendientes y curvas cerradas, Relación entre ancho de vía y altura de la edificación en calles de cañón.			

Fuente: Elaboración propia

Con base en los resultados de la investigación se concluye que la planificación territorial es un instrumento fundamental para gestionar el ruido ambiental generado por la industria (Fuente fija) y las vías (Fuentes móviles) en el suelo urbanizable residencial que es receptor de contaminación acústica.

15 RECOMENDACIONES

15.1 DIFICULTADES METODOLÓGICAS

Este estudio fue afortunado al contar con insumos de calidad recientes que permitieron hacer análisis integrales de ordenamiento territorial a partir de variables ambientales; sin embargo, para replicar la metodológica en otros polígonos de estudio que sean suelos urbanizables residenciales receptores de contaminación acústica por ruido ambiental, es necesario contemplar una financiación para equipos especializados que impactarán el costo final y tiempos de formulación de los proyectos. En este sentido, el equipo especializado de diferentes disciplinas debe generar el estudio e interpretación del ruido ambiental a través de mapas de ruido de detalle y simulaciones en software especializados, el análisis espacial de datos a través de sistemas de información geográfico y el análisis e interpretación urbanística a través del estudio y síntesis de las normas urbanísticas establecidas en los planes de ordenamiento territorial.

15.2 IDENTIFICACIÓN DE DIFICULTADES CONCEPTUALES

El ordenamiento territorial y la acústica son conocimientos que están distantes en las formaciones profesionales, por lo tanto, entender los conceptos asociados al ruido y su aplicación en el ordenamiento territorial es un proceso que convencionalmente no se hace en el escenario académico, pero se debe hacer en el ejercicio profesional si se desea impactar integralmente el territorio. En consecuencia, la ausencia de normas urbanísticas suficientes y coherentes también se explica porque el lenguaje técnico del ordenamiento territorial y de la acústica aún no se encuentran de manera comprensible en las conversaciones interdisciplinarias.

Aún no existen desarrollos teóricos y metodológicos estandarizados que permitan evaluar el nivel de ruido ambiental después de realizados los mapas de ruido, lo que genera como consecuencia, que muchos estudios de ruido no trasciendan de su evaluación al diagnóstico del suelo urbanizable para luego asignar responsabilidades urbanísticas en

busca del objetivo final de estos análisis que es controlar efectos en la salud humana y con ello garantizar desarrollo regional.

15.3 PROPUESTA DE NUEVOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Profundización en la aplicación urbanística de cada una de las 27 medidas de intervención no estructurales o medidas de planificación urbanística identificadas para orientar la reducción del ruido ambiental en el suelo urbanizable que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental, en esta investigación.

Formulación de proyecto de modificación excepcional a las normas urbanísticas que condicionan el suelo urbanizable residencial de los polígonos de estudio de esta investigación que se localizan en los municipios de Manizales, Chinchiná y Supía sustentada en los resultados de análisis territorial y en la identificación de medidas de intervención no estructural consolidadas en esta investigación.

Simulación y comparación de resultados de reducción de ruido ambiental a partir de las medidas de planificación urbanística identificadas en esta investigación usando software especializados en ruido.

Identificación de medidas de intervención estructurales o medidas de ingeniería acústica para orientar la reducción del ruido ambiental en el suelo urbanizable que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental.

Identificación de medidas de actuación administrativa para orientar la reducción del ruido ambiental en el suelo urbanizable que es receptor de contaminación acústica por ruido ambiental.

Estudio de impacto económico al valor del suelo urbanizable y a los costos de producción del proceso constructivo en suelos con contaminación acústica por ruido ambiental.

16 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo 0958 de 2 de agosto de 2017 “Por el cual se adopta la revisión ordinaria de contenidos a largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Manizales” <https://manizales.gov.co/>
- Acuerdo 025 de 1998. Por el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Supía.
- Acuerdo 030 del 28 de diciembre de 1999. Por el cual se consolida el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (P.B.O.T) y se modifican parcialmente los Acuerdos 015/93,011/96 y 025/97.
- http://concejochinchina.micolombiadigital.gov.co/sites/concejochinchina/content/files/000071/3524_acuerdo-no-030-de-1999-parte-3-de-3.pdf
- Alberto Ramírez González, & Efraín Antonio Domínguez Calle. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18(1), 17.
- Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1694861907?accountid=36216>.
- Alenza, García José f. (2003). La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental. *Revista Jurídica de Navarra*, julio-diciembre, 2003. N° 36, pp. 65-120. <https://academicae.unavarra.es/xmlui/handle/2454/27057>
- Alfie Cohen, Miriam, & Salinas Castillo, Osvaldo. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 65-96. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es.

Almonacid Z., Pablo Hernán (2013). "Trabajo de Tesis: Recomendaciones para el diseño, desarrollo y presentación de Mapas de Ruido en Chile." Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería Instituto de Acústica. Valdivia - Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfciz.96r/doc/bmfciz.96r.pdf>

Álvarez Santos, M. (2013). Valores únicos de aislamiento acústico - evolución, desarrollo, expectativas y propuestas de cambio para un futuro cercano. Máster de postgrado en ingeniería acústica y vibraciones. Proyecto de master – Valladolid.

Área de Gobierno de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad, Control y Evaluación Ambiental, Subdirección General de Evaluación y Control Ambiental, Departamento de Control Acústico. (2009). Plan de acción en materia de contaminación acústica. Tomo I, Memoria 2009.
https://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/Publicaciones/TemaMedioAmbiente/PlanAccionContaminacionAcustica/TOMO_I_MEMORIA.pdf

Área Metropolitana Valle de Aburra. (2008). Convenio 543 de 2008. Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. AMVA, Colombia.

Carreras M. (1992). El óptimo de Pareto frente al Utilitarismo.
https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/5618/pg_129-141_telos1-2.pdf?sequence=1

Casas-García Oscar, Betancur-Vargas Carlos Mauricio, Montaña-Erazo Juan Sebastián. Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia. Entramado Vol. 11 No. 1. 2015.

Cobo Parra, P. y Cuesta Ruiz, M. (2018). El ruido. Madrid, Spain: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

<https://elibro.net/es/ereader/biblioucm/41922?page=61>

Comisión de las Comunidades Europeas. (1996). LIBRO VERDE DE LA COMISIÓN EUROPEA (1996): Política futura de lucha contra el ruido. Bruselas, 04.11.1996.

COM(96) 540 final. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/->

[/publication/8d243fb5-ec92-4eee-aac0-0ab194b9d4f3/language-es](https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/8d243fb5-ec92-4eee-aac0-0ab194b9d4f3/language-es)

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (1994). Norma oficial Mexicana NOM-081-

ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/081.pdf>

Consejería del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (2011). Ordenanza del 25 de febrero de 2011 de Protección contra la contaminación acústica y térmica. Madrid

<http://www.madrid.org/bdccm/normativa/PDF/Ruidos%20y%20vibraciones/Normas%20Tratadas/MaAc25022011.pdf>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). Documento Conpes N° 3819 de 21-10-2014. Política Nacional para consolidar el sistema de ciudades en Colombia.

Bogotá D.C., Colombia.

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2013). Medición de Ruido Ambiental en el municipio de Chinchiná. Contrato 169 2012.

<http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Informe%20Final%20Ruido%20>

[Chin](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Informe%20Final%20Ruido%20)

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2014). Medición de Ruido Ambiental en la ciudad de Manizales. Contrato 198 2013.

<http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Medicion%20Ruido%20Ambienta%20Manizales%20-%20Parte%202.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2015). Mediciones de ruido ambiental y elaboración del plan de descontaminación por ruido en Villamaría, Caldas. Contrato 159-

2015.<http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Informe%20final%20ruido%20Villamaria-2015%20Reducido.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2020).

http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=543. Manizales, Colombia.

Del Pilar, R V María, Janeth, G. U. B., Javier, E. M. N., y Ever, P. M. (2015). El proceso de diseño de una barrera acústica aplicado al sector hospitalario/DESIGN PROCESS OF A SOUND BARRIER APPLIED TO THE HOSPITAL SECTOR/O PROCESSO DE DESIGN DE UMA BARREIRA DE SOM APLICADO AO SETOR HOSPITALAR. Revista Ingeniería Biomédica, 9(18), 133-138.

<https://search.proquest.com/docview/1723665032?accountid=36216>

Duarte T. y Jimenez R. (2007). Aproximación a la teoría del bienestar. Scientia et Technica Año XIII, No 37, Diciembre de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. Recuperado de

<https://Dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4787482.pdf>

- Escobar, J. y Bonilla-Jimenez, F. (s.f.). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. Cuadernos hispanoamericanos de psicología, 9(1). Pp. 51-67.
<http://www.tutoria.unam.mx/sitetutoria/ayuda/gfocal-03122015.pdf>
- ESTRADA NATES, Daniela (2013). “Crecimiento económico y sostenibilidad ambiental, un reto compartido por Colombia y China”. En: Trans-pasando Fronteras, Núm. 3, pp. 143 155. Cali, Colombia: Centro de Estudios Interdisciplinarios, Jurídicos, Sociales y Humanistas (CIES), Facultad de Derecho y Ciencia sociales, Universidad Icesi.
https://www.icesi.co/revistas/index.php/transpasando_fronteras/article/view/1537/0
- Expósito Paje Santiago, Pedrero González Antonio, Arana Burgui Miguel, Van Oosten Nico, Bueno Pacheco Moisés, Sánchez Pérez Juan Vicente, Díaz Sanchidrián César. (2013). Innovación para el control del ruido ambiental. Ediciones de la Universidad de Castilla- La Mancha. Cuenca.
- Diaz R. Juan Miguel (2012). Diagnóstico y modelación tridimensional de la relación zona residencial – microclima acústico. Caso de estudio “Reparto Escambray”. Trabajo de Diploma Facultad de Construcciones Departamento de Arquitectura Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. <http://hdl.handle.net/123456789/904>
- García Sáenz, Benjamín y Garrido, Francisco Javier (2003). La contaminación acústica en nuestras ciudades. Cuadernos de Geografía. Colección estudios sociales n°12. Barcelona España.
- German-González Miriam y Santillán, Arturo O. (2006). Del concepto de ruido urbano al de paisaje sonoro. Revista Bitácora, vol.10, núm. 1, enero-diciembre de 2006. Bogotá, Colombia

Gobierno español. (2003). Ley 37 de 2003. Ley del Ruido. (España).

<http://normativadecarreteras.com/listing/ley-372003-de-17-de-noviembre-del-ruido/>

Guía de aplicación del DB HR Protección frente al Ruido. V.02. (2014).

<http://www.upv.es/contenidos/CADIVALT/info/CTEGuiaDBHR.pdf>

Guía metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el Decreto 78/99 de la Comunidad de Madrid.

<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1220447112663&ssbinary=true>

Hernández Peña, Yolanda Teresa (2010). El ordenamiento territorial y su construcción en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable?. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía n°19. Bogotá Colombia

Hernández Sampieri Roberto. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. México.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2007-2010). Informe de estado de la calidad del aire en Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). Informe Estado Calidad del Aire.

<http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20estado%20calidad%20del%20aire%202018.pdf>

- Jiménez Mejía, J. F. y David Esteban Pulgarín Calle. (2010). Sistema de indicadores de la calidad del aire para puertos marítimos colombianos. *Gestión y Ambiente*, 13(3), 37-50. <https://search.proquest.com/docview/1677587309?accountid=36216>
- José Pérez Martos. (2002). LA PROTECCION JURISDICCIONAL FRENTE AL RUIDO (COMENTARIO A LA SENTENCIA DEL TRIBUNAL CONSTITUCIONAL 119/2001, DE 24 DE MAYO). *Revista De Estudios De La Administración Local*, (288) doi:<http://dx.doi.org/10.24965/real.vi288.9136>
- Joshelline, G. P., Ivanna Terán Narváez y Valdez González, M. M. (2016). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a samborondón en ecuador. *Ambiente y Desarrollo*, 20(38), 43-56.
<https://search.proquest.com/docview/1771275537?accountid=36216>
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (2004). Ley 1540 DE 2004. Control de la Contaminación Acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2 de diciembre de 2004 (Buenos Aires). <https://www.buenosaires.gob.ar/>
- Lorenzo Martín, R. B. (1995). "EL RUIDO EN ""EL INFORME"" DEL DEFENSOR DEL PUEBLO SOBRE 1994.". *Revista De Estudios De La Administración Local*, (265) doi:<http://dx.doi.org/10.24965/real.vi265.8858>
- Luna, F. A. G., y Luna, M. A. G. (2018). AN ENVIRONMENTAL NOISE STUDY IN THE INDUSTRIAL, COMMERCIAL, RESIDENTIAL AREAS AND ARTERIAL ROADS IN WESTERN BOGOTA, COLOMBIA. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 137. doi:<http://dx.doi.org/10.22490/21456453.2055>.
- Maristany, A., Abadía, L., Agosto, M., Carrizo Miranda, L.(2012). INFLUENCIA DE LA CONFORMACIÓN DE LAS FACHADAS EN LA ATENUACIÓN DEL RUIDO.

Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas - CIAL, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina acial@faudi.unc.edu.ar. <http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Evora12/24.pdf>

Maya V., Gabriel, Correa O., Mauricio, & Gómez M., Miryam. (2010). Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. *Producción + Limpia*, 5(1), 75-94. <http://hdl.handle.net/11407/3421>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (2006). Resolución No. 0627 de 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. *Diario oficial*. Bogotá, D.C., 2006. No. 46239. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto compilatorio No. 1076 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Estrategia Nacional de Calidad del Aire. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/estrategia-nacional-de-calidad-del-aire-enca>

Ministerio del Medio Ambiente. (1994). Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. http://www.munistgo.info/medio_ambiente/biblioteca_digital/Ley19300_12_2011.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (1995). Decreto 948 de 1995. https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf

Ministerio de Salud. (2000). D.S. N°594/2000, aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

<https://multimedia.3m.com/mws/media/1571648O/decretosupremo-n-594.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Decreto No.1077 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio Diario oficial. Bogotá, D.C., 2015. Colombia.

OSMAN Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía. (2016) Ruido y salud.

<https://www.osman.es/project/ruido-y-salud/>

Organización Mundial de la Salud. (1999). Guías para el ruido urbano. Resultado de la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril de 1999. Se basa en el documento “Community Noise”, preparado para la Organización Mundial de la Salud y publicado en 1995 por la Stockholm University y el Karolinska Institute.

Presidencia de la república de Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

(1997). Ley 388 de 1997. Bogotá D.C. Colombia.

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1076 de 2015.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62521>

Ramírez González, A., & Domínguez Calle, E. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). Gestión y Ambiente, 18(1), 17-28.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/45331/51438>

Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). EL RUIDO

VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN

VÍAS DE DESARROLLO. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35(137), 509-530. Retrieved August 30, 2020, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037039082011000400009&lng=en&tlng=es

Restrepo, F. J. C., Múnera, J., David Osorio, y Campo, C. A. C. (2018). Estimación de la relación entre el ruido y la molestia generada por el tráfico vehicular: Una aplicación en la ciudad de Medellín, Colombia *. Revista De Estudios Regionales, (111), 181-213.

<https://search.proquest.com/docview/2178100323?accountid=36216>.

Reyes-Blanco, Otilio & Franklin-Sam, Oslund Rains. (2014). Teoría del Bienestar y el Óptimo de Pareto como Problemas Microeconómicos. Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua. REICE Vol. 2, No. 3, enero-junio 2014 ISSN: 2308 – 782X REICE.

Salazar Bugueño, Ana María. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/98298/AMSB_TESIS.pdf;jsessionid=34A7844F591BB7D5F8ABEC360230F30A.tdx2?sequence=1

Rodríguez Manzo, Fausto E. Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México. Razón y Palabra, núm. 91, septiembre-noviembre, 2015. Universidad de los Hemisferios Quito, Ecuador.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199541387021>

Schröder Moya, Carlos Pablo. (2001). Propuesta para la implementación de un plan de manejo de ruido para la ciudad de Temuco. Tesis presentada como parte de los

requisitos para optar al grado de: Licenciado en acústica y al título profesional de Ingeniero Acústico. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Acústica.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2001/bmfcis381p/doc/bmfcis381p.pdf>

Suárez, P. M., & Jiménez, A. M. (2013). Ruido y quietud en el interior de los parques de madrid (españa): Un análisis ambiental de casos con SIG/Noise and quietness in madrid parks (spain): A GIS based environmental case analysis. *Anales De Geografía De La Universidad Complutense*, 33(1), 133-160.

<https://search.proquest.com/docview/1431280958?accountid=36216>

Tam P.Y. (2000). GTZ El ruido y su mitigación, Módulo 5 C: Transporte sostenible.

<https://www.sutp.org/>

Tapella, E. (2007). El mapeo de Actores Claves, documento de trabajo del proyecto “Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario”. Universidad Nacional de Córdoba, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).

Taylor, S.J. y Bogdan R. (1987). La entrevista en profundidad. Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados. (pp. 100 - 132).

Barcelona, España: Editorial Paidós Básica.

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=HAG.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=020798>

UAM-CORPOCALDAS. (2017). Contrato de prestación de servicios de apoyo a la gestión

N° 249-2017. Manizales. Colombia Universidad Autónoma de Manizales. (2020).

<https://www.autonoma.edu.co/desarrollo-regional-sostenible>

Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Parra Sierra, V., Velázquez Narváez, Y., &

Vargas Martínez, J. I. (2015). Contaminación por ruido en el centro histórico de

Matamoros. Acta Universitaria, 25(5), 20-27. doi:10.15174/au.2015.819

<http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v25n5/v25n5a3.pdf>

17 APÉNDICES

Apéndice A. Identificación y Localización de Restricciones y Afectaciones Urbanísticas Detalladas de los Polígonos de Estudio

Apéndice B. Desarrollo de Técnicas Cualitativas: Mapa de actores clave MAC, Entrevista Semiestructurada con Actores clave y Grupo Focal con Expertos.

Apéndice C. Base de datos: Medidas de Intervención No Estructurales.

Apéndice D. Costo Total Global y Discriminado de la Investigación.