	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAR113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 1 de 7

<b>FECHA</b>	viernes, 9 de junio de 2017
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN</b>	Sede Fusagasugá
---------------------------------	-----------------

<b>DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------


<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Tecnología en Cartografía
---------------------------	---------------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Mayorga Cifuentes	Edison Sebastian	1.069.753.078
Moya Paez	Jhon Henry	1.069.744.480

Director(Es) del documento:

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAR113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 2 de 7

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Avendaño López	Giovanny Andrés


<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA OCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ MEDIANTE TÉCNICAS DE CARTOGRAFÍA</b>

<b>SUBTITULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Tecnólogo en Cartografía

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)</b>
09/06/2017	84

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLES: (Usar como mínimo 6 descriptores)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLES</b>
1. Presión sonora	Sound pressure
2. Mapa de ruido	Map of noise
3. Ruido	Noise
4. Contaminación acústica	Noise pollution
5. Intensidad sonora	Sound intensity
6. Sonómetro	Sound level meter

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAr113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 3 de 7

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):**


Resumen: Este proyecto se realizó en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), donde se elaboró una serie de productos cartográficos donde se emplearon diferentes técnicas, métodos, herramientas y procesos espaciales para su realización, los cuales permitieron determinar la contaminación acústica que se genera en la jornada diurna y nocturna en los diferentes sectores del área de estudio y además se efectuó la verificación del debido cumplimiento del artículo 9 de la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (resolución 0627 del año 2006) en la cual se establecen los estándares máximos de intensidad sonora permisibles. Para lograr lo anterior se realizaron las mediciones de presión sonora y la posterior comparación de los resultados con dicha resolución. Además puede servir como instrumento a la administración municipal para la toma de decisiones que pueda contribuir en la mitigación del impacto ambiental y al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, ya que la contaminación acústica es una de las principales problemáticas ambientales que se encuentra presente en las ciudades.

El estudio mostró que más del 80% del territorio de la Comuna presenta niveles de intensidad sonora normales tanto en la jornada diurna como nocturna teniendo en cuenta la intensidad máxima de presión sonora que es permitida, acorde a los usos del suelo que han sido establecidos. Además se identificó que durante el horario diurno las intensidades sonoras en promedio se encuentran en un rango desde los 50 hasta 65 decibeles (db) y para el horario nocturno se encuentra en un intervalo de 35 al 55 db.

Abstract: This project was carried out in the Western Commune of the Municipality of Fusagasugá (Cundinamarca), where a series of cartographic products were developed in which different techniques, methods, tools and spatial processes were employed for their realization, which allowed to determine the noise pollution generated During the day and night shift in the different sectors of the study area. In addition, verification was made of compliance with article 9 of the national noise and environmental noise emission standard (Resolution 0627 of 2006). Maximum permissible sound intensity standards. To achieve this, sound pressure measurements and subsequent comparison of the results with that resolution were performed. In addition, it can serve as an instrument for the municipal administration to make decisions that can contribute to the mitigation of the environmental impact and to the improvement of the quality of life of the people, since the noise pollution is one of the main environmental problems that is Present in the cities.

The study showed that more than 80% of the territory of the Commune has normal levels of sound intensity both in the day and night, taking into account the maximum intensity of sound pressure that is allowed, according to the land uses that have been established. In addition, it was identified that during the daytime hours the sound intensities in average are in a range from 50 to 65 decibels (db) and for the night time it is in a range of 35 to 55 db.

**AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAR113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 4 de 7


Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:  
 Marque con una "x":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	x	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	x	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAR113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 5 de 7

personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):


**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI**  **NO** .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAR113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 6 de 7

integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.


f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en [biblioteca.unicundi.edu.co](http://biblioteca.unicundi.edu.co)

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	CODIGO: AAAr113
	<b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>	VERSION:1
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	PAGINA: 7 de 7

Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
Determinación de los niveles de presión sonora en la comuna occidental del municipio de Fusagasugá mediante técnicas de cartografía.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Mayorga Cifuentes Edison Sebastian	<i>Edison M</i>
Moya Paez Jhon Henry	<i>Jhon Moya</i>

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA OCCIDENTAL  
DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ MEDIANTE TÉCNICAS DE CARTOGRAFÍA**

**MAYORGA CIFUENTES EDISON SEBASTIÁN  
MOYA PÁEZ JHON HENRRY**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA (UDEC)  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA  
PROYECTO DE GRADO  
2017**



Universidad de Cundinamarca  
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias



**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA COMUNA OCCIDENTAL  
DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ MEDIANTE TÉCNICAS DE CARTOGRAFÍA**

**MAYORGA CIFUENTES EDISON SEBASTIÁN  
MOYA PÁEZ JHON HENRRY**

**DIRECTOR: GIOVANNY ANDRÉS AVENDAÑO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA (UDECA)  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA  
PROYECTO DE GRADO  
2017**



**Nota de Aceptación.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma de Jurado**

---

**Firma de Jurado**

### DEDICATORIA

A nuestras familias, queremos dedicarle este trabajo por su compañía, apoyo, colaboración y sacrificio al darnos la oportunidad de acceder a una educación superior.

Este trabajo está dedicado a todos los docentes de tecnología en Cartografía, por su formación y acompañamiento durante este periodo de aprendizaje, tiempo en el cual no solo nos formaron académicamente, sino que diariamente nos enseñaron a ser mejores personas.

**TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN EJECUTIVO.....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo General .....	14
3.2 Objetivos Especificos .....	14
4. MARCO REFERENCIAL.....	15
4.1 Marco teórico.....	15
4.2 Marco conceptual .....	20
4.3 Marco legal.....	24
4.3.1. La resolución 0627 del año del 2006 .....	24
4.3.2. Resolución 8321 del año de 1983 .....	26
4.3.3. Resolución 2400 de 1979 del ministerio de trabajo y seguridad social.....	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
5.1 Ubicación y Características Agroclimatológicas .....	28
5.2 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos .....	29
5.3 Método de análisis .....	30
5.4 Metodología.....	30
5.4.1 Etapa 1 Obtención de cartográfica base.....	30
5.4.2 Etapa 2 Obtención de los equipos de trabajo de Campo.....	31
5.4.3 Etapa 3 Mediciones de los niveles de presión sonora por esquinas de manzana .....	31
5.4.4 Etapa 4 Post-proceso y determinación de los puntos de mayor y menor Intensidad...	32
5.4.5. Etapa 5. Medición de los puntos con mayor y de menor intensidad sonora .....	34
5.4.6 Etapa 6 Post proceso de los datos con mayor y de menor Intensidad sonora. ....	35
5.4.7 Etapa 7 Producción de la cartografía temática (mapas de ruido- niveles de presión sonora) .....	35
5.4.8 Etapa 8 Clasificación de los niveles de presión sonora de acuerdo a la destinación y uso del suelo de la Comuna. ....	36
5.4.9 Etapa 9 Comparación de mapas. ....	37
5.4.10 Desarrollo de una página web .....	40
6. RECURSOS.....	42
6.1. Humanos.....	42
6.2. Institucionales: Físicos, logísticos y/o técnicos.....	42
6.3. Económicos.....	42
6.3.1. Presupuesto.....	42
6.3.2. Financiamiento: .....	43
7. CRONOGRAMA .....	44
8. RESULTADOS.....	45
8.1. Localización, determinación y representación cartográfica de los puntos recolectados....	45
8.2. Resultado de las interpolaciones.....	52
8.3. Resultado de la división de las zonas de la comuna .....	55
8.4 Localización de los puntos que presentaron mayor y menor intensidad sonora en las cuatro zonas de estudio. ....	56
8.5. Resultados del registro de los puntos de mayor y menor intensidad.....	58

8.6. Resultado de los mapas de ruido .....	59
8.7. Resultados de la digitalización del mapa de usos del suelo.....	62
8.8. Representación de los niveles de presión sonora máximos permitidos en la comuna .....	63
8.9. Resultado del mapa de conflicto .....	66
9 DESARROLLO DE UNA PÁGINA WEB PARA VISUALIZACIÓN Y EDICIÓN DE MAPAS DE RUIDO .....	69
9.1 Menú de inicio .....	69
9.2. Menú de iniciar sesión y de registro .....	71
9.3 El menú de cálculos de los LAeq .....	74
9.4 El menú de localización.....	75
9.5 El menú de Diccionario.....	75
10. CONCLUSIONES .....	77
11. BIBLIOGRAFÍA.....	78
12. WEBGRAFÍA .....	81
ANEXOS.....	83

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Aspectos que inciden en la evaluación del ruido .....	19
Figura 2 Diagrama de pasos para la realización del proyecto. ....	30
Figura 3 Proceso de sustracción de capas .....	38
Figura 4. Resultado de la sustracción .....	39
Figura 5 Proceso de mayor o igual para calcular el mapa de conflictos .....	39
Figura 6.Resultado del proceso mayor o igual en la jornada diurna .....	40
Figura 7. Diagrama de barras con las áreas de los intervalos de presión sonora horario diurno. 61	
Figura 8. Diagrama de barras con las áreas de los intervalos de presión sonora horario nocturno. .....	62
Figura 9.Visualización de la venta de los puntos en el mapa web. ....	69
Figura 10. Herramientas del mapa web. ....	70
Figura 11. Mapa de Ruido Web .....	70
Figura 12 Registro de usuario.....	71
Figura 13 Mensaje cuando el registro se realiza correctamente .....	71
Figura 14 Formularios para Iniciar Sesión .....	72
Figura 15. Mapa web de las mediciones de presión sonora .....	72
Figura 16 Modificar Punto .....	73
Figura 17 Agregar Punto.....	73
Figura 18 Eliminar Punto .....	73
Figura 19. Modificar los noveles máximos permitidos por la resolución.....	74
Figura 20 Cálculo de los LAeq.....	74
Figura 21 Mensaje cuando se realiza el cálculo de un LAeq .....	75
Figura 22. Localización de la comuna en la Web.....	75



### CONTENIDO DE MAPAS

Mapa 1 Mapa de la Comuna Occidental de Fusagasugá .....	29
Mapa 2 Localización de puntos de medida de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental (Fusagasugá).....	51
Mapa 3 Comparaciones de los diferentes métodos de interpolación en horario diurno .....	52
Mapa 4. Comparaciones de los diferentes métodos de interpolación en horario nocturno .....	52
Mapa 5. Determinación de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental en la jornada diurna.....	53
Mapa 6. Mapa de la división en cuatro zonas de la comuna.....	55
Mapa 7 Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 1 y 2 horario diurno.....	56
Mapa 8. Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 1 y 2 horario nocturno.....	56
Mapa 9 Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 3 y 4 horario diurno.....	57
Mapa 10. Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 3 y 4 horario nocturno.....	57
Mapa 11. Mapa de ruido horario diurno .....	60
Mapa 12. Mapa de ruido horario nocturno .....	61
Mapa 13 Mapas de usos de suelo de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá.....	63
Mapa 14 Comportamiento Correcto de los niveles de presión sonora de acuerdo a los usos del suelo de comuna en jornada Diurna. ....	64
Mapa 15. Comportamiento Correcto de los niveles de presión sonora de acuerdo a los usos del Suelo de comuna en jornada Nocturna.....	65
Mapa 16. Mapa de verificación del cumplimiento del artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006 de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá jornada diurna.....	66
Mapa 17. Mapa de verificación del cumplimiento del artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006 de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá jornada nocturna.....	67

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del ruido según Esteban .....	16
Tabla 2 Clasificación del ruido Según la CAR.....	17
Tabla 3 Niveles máximos permitidos del ruido resolución 0627 del 2006 .....	25
Tabla 4 Niveles de ruido permito por Zonas según resolución 8321 del año de 1983 .....	26
Tabla 5 Niveles máximos de intensidad Sonora permisibles para los vehículos .....	26
Tabla 6 Niveles máximos de presión sonora permitidos con respecto a las horas de trabajo .....	27
Tabla 7 Localización de la Comuna .....	28
Tabla 8. Reclasificación de acuerdo a los intervalos de niveles de presión sonora.....	37
Tabla 9. Costos del proyecto .....	42
Tabla 10. Cronograma de Actividades .....	44
Tabla 11. Localización y determinación de los niveles de presión sonora .....	51
Tabla 12. Determinación de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental del horario nocturno.....	54
Tabla 13. Localización y determinación de los niveles de presión Sonora de los puntos críticos.	58
Tabla 14. Localización y determinación de los niveles de presión Sonora de los puntos críticos.	59

## RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se realizó en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), donde se elaboró una serie de productos cartográficos donde se emplearon diferentes técnicas, métodos, herramientas y procesos espaciales para su realización, los cuales permitieron determinar la contaminación acústica que se genera en la jornada diurna y nocturna en los diferentes sectores del área de estudio y además se efectuó la verificación del debido cumplimiento del artículo 9 de la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (resolución 0627 del año 2006) en la cual se establecen los estándares máximos de intensidad sonora permisibles. Para lograr lo anterior se realizaron las mediciones de presión sonora y la posterior comparación de los resultados con dicha resolución. Además puede servir como instrumento a la administración municipal para la toma de decisiones que pueda contribuir en la mitigación del impacto ambiental y al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, ya que la contaminación acústica es una de las principales problemáticas ambientales que se encuentra presente en las ciudades.

El estudio mostró que más del 80% del territorio de la Comuna presenta niveles de intensidad sonora normales tanto en la jornada diurna como nocturna teniendo en cuenta la intensidad máxima de presión sonora que es permitida, acorde a los usos del suelo que han sido establecidos. Además se identificó que durante el horario diurno las intensidades sonoras en promedio se encuentran en un rango desde los 50 hasta 65 decibeles (db) y para el horario nocturno se encuentra en un intervalo de 35 al 55 db.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es importante el análisis de aquellos impactos que inciden de manera directa en las ciudades, con el pasar del tiempo se han ido determinando las causas que atentan contra el buen vivir, es por ello que este proyecto abordó uno de los impactos que tal vez no se presta mucha atención y sin lugar a duda este está afectando de manera directa a la sociedad y las buenas costumbres. La contaminación acústica se está convirtiendo en uno de los principales agentes generadores de estrés, cansancio, ahogo y deficiencia en la salud debido a las diferentes fuentes de ruido ocasionadas por las actividades humanas estableciendo como una molestia para el resto de la población.

El Municipio de Fusagasugá con el transcurrir del tiempo se ha ido expandiendo y ha ido aumentando su población, por lo tanto la contaminación acústica afecta de manera directa el casco urbano de la ciudad, tanto de la población que habita como la flotante, además el Municipio se ha convertido en un puente de comunicación con el Distrito Capital, no solo en turismo, si no en el transporte de carga pesada, razón por la cual fue preciso determinar aquellas zonas donde la contaminación acústica actualmente afecta más y aquellas donde no, por medio de una cartografía que permita visualizar la distribución que se presenta por lo menos en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de este trabajo tiene como base la siguiente pregunta ¿Cómo la contaminación acústica es un problema que afecta a los habitantes de la Comuna Occidental?

El crecimiento constante del sector urbano, la transformación y la combinación de los usos del suelo en aquellas zonas residenciales a las cuales se les está incorporando otras actividades socio-espaciales como el comercio o zonas de diversión están afectando la tranquilidad y la armonía de los habitantes de la comuna occidental generando cambios de vida

De acuerdo con una investigación realizada por la empresa Línea Verde de España, la contaminación que generan los espacios urbanos pueden causar una serie de problemas de salud para los individuos que habitan en la ciudad como lo son; el estrés, migraña, dificultad de la capacidad auditiva, perturbación del sueño y del descanso., fatiga, depresión, nerviosismo, gastritis, disfunción sexual, entre otros problemas (Línea Verde, 2012),

Las perturbaciones que la contaminación acústica genera, está influyendo directamente en las decisiones al momento de seleccionar vivienda, los ciudadanos consideran el ruido como una característica influyente a la hora de adquirir una vivienda ya que prefiere elegir un lugar tranquilo que no afecte su calidad de vida (Esteban, 2003).

## 2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto permite contribuir a solucionar una problemática ambiental y relacionar elementos de tipo teórico y metodológico para crear mapas de ruido. En relación al aspecto ambiental es pertinente porque la contaminación acústica se considera el tercer problema ambiental de mayor relevancia del mundo que se desarrolla en espacios urbanos como lo estableció la organización mundial de la salud (OMS, 1999) y teniendo en cuenta que Colombia es calificado por el Congreso de la Republica <sup>1</sup>, como uno de los países más generadores de ruido, este trabajo se enmarca en crear recursos cartográficos a escala local que ayuden identificar áreas y sectores con mayores intensidades sonoras que faciliten la visualización del problema para posteriormente tomar medidas al respecto.

Como lo afirma la CAR los mapas de ruido son un instrumento que constituyen una herramienta fundamental para la prevención, medición, evaluación, control, gestión y planificación de efectos generados por el ruido puesto que son un método efectivo y económico (CAR, 2007).

Además el proyecto ofrece una metodología más completa con respecto a las que se basó para su realización ya que se tuvo en cuenta distintos aspectos que van desde la forma de como seleccionar los puntos de medida para registro superiores o iguales a una hora hasta el tipo de intensidad (alta o baja) que se va a medir ya que no solamente se debe tener en cuenta los lugares que presentan mayores intensidades sonoras para construir los mapas de ruido sino también los lugares que presentan menores intensidades para generar un equilibrio entre las dos intensidades que permita reflejar con mayor exactitud lo que sucede en la zona de estudio.

La identificación de los niveles de presión sonora posibilita establecer si se cumple correctamente la resolución 0627 del año 2006 (norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) en las diferentes zonas que conforman la comuna Occidental y de esta manera facilitar la implementación de medidas de control en aquellas áreas en las cuales se infringe la resolución.

Conocer el ruido que se produce en un lugar es importante para determinar qué población está siendo afectada por este fenómeno y se encuentran ante la posibilidad de sufrir complicaciones auditivas y extra-auditivas como el estrés y cansancio que pueden generar cambios en el comportamiento de las personas como por ejemplo el estado de ánimo de los individuos que puede incrementar los índices de agresividad (Ramírez, 2012).

---

<sup>1</sup> En el proyecto que dio lugar al Decreto 180 del año 2004. Percepción del ruido por parte de habitantes del barrio gran limonar de la comuna 17 en la ciudad de Cali,



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar diferentes niveles de presión sonora en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir, registrar y representar cartográficamente la presión sonora en diferentes puntos de la Comuna Occidental.
- Localizar los puntos que registran mayores y menores niveles de presión sonora contrastando las diferencias diurnas y nocturnas.
- Establecer los sectores de la Comuna que no cumplen con la normatividad<sup>2</sup> de la intensidad sonora permitida.

---

<sup>2</sup> Artículo 9 de la Resolución 0627 del año 2006

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO TEÓRICO

El continuo crecimiento de las ciudades, la aparición de nuevos espacios urbanos y el aumento de la población, están generando problemas ambientales que no permiten lograr; una vida saludable, un trabajo digno y un sano disfrute, esto conlleva al afianzamiento de esfuerzos dirigidos al mejoramiento, conservación y defensa del ambiente. (Sandia, 2009).

La contaminación acústica es una de las problemáticas ambientales que ha pasado a ser de primer orden con mayor incidencia en las ciudades (Pérez, 2014) y según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la contaminación acústica ha logrado posesionarse en el tercer problema ambiental de mayor relevancia en el mundo (OMS 1999, citado por Pacheco 2009) ya que puede ocasionar complicaciones en la salud de sus habitantes. Según García Ferrandis el exceso de Ruido puede ocasionar; daños auditivos; psicosociales y alteraciones en órganos distintitos al auditivo (García, 2010), con lo anterior se puede argumentar que es oportuno identificar las diferentes problemáticas que se presentan en la ciudad como es el caso del ruido a causa de los diferentes elementos antrópicos, ya que el hombre es el único que transforma el medio como mejor le parece.

Para saber si existe contaminación acústica es necesario identificar los niveles de presión sonora, los cuales son índices que facilitan evaluar la cantidad del ruido proveniente de diferentes fuentes que se encuentran presentes en un territorio, de lo anterior se puede argumentar que los niveles de presión sonora son los datos medidos e información que permiten la representación cartográfica del mapa de ruido – niveles de presión sonora (Arana, 2011).

La contaminación acústica es una problemática ambiental que ha sido estudiada desde varias décadas atrás, pero la población no la considera como un riesgo para el medio ambiente, ya que los seres humanos a menudo relacionan la palabra contaminación con los daños graves que se le ocasionan al aire, al agua y al suelo, sin prestarle mayor atención a esta dificultad, ya que consideran el ruido ambiental como un problema de menor importancia (Barrigón, Gómez y colaboradores 2002, citado por Zamora, etc., 2015). En muchas ocasiones se suele pensar que los altos niveles de presión sonora es una problemática inevitable que presentan los espacios urbanos llegando a tal punto que muchos de sus habitantes suele asumir el ruido como una situación cotidiana (García y Gómez, 2010).

Alfonso de Esteban Alonso argumenta que los excesos de ruido producidos en las ciudades son causados por falta de planeación urbanística, mal ordenamiento en el trazado de la red vial, el desconocimiento de los lugares que producen contaminación acústica y la falta de políticas que controlen los excesos de intensidad sonora, algunos gobiernos en el mundo han comenzado a preocuparse por esta problemática que genera la contaminación acústica, estableciendo medidas al respecto como la incorporación de normas y leyes que regulen la emisión del ruido (Esteban, 2003).

Con base a lo anterior se puede argumentar que la cartografía es un instrumento que permite identificar, analizar y representar las zonas que presentan altas intensidades de ruido, generando

información para que las entidades gubernamentales puedan tomar decisiones al respecto de dicha problemática que afecta a la sociedad. Como lo afirma Xiomara Perea y Eduardo Marín la generación de mapas de ruido no es suficiente sino no establecen políticas, leyes y normas que controlen el exceso de ruido en las ciudades ya que los entes administrativos del gobierno identifican las zonas pero no toman medidas al respecto (Perea y Marín 2014)

Esteban además establece que a la hora de medir la contaminación acústica se deben tener en cuenta tres magnitudes; la intensidad, la frecuencia y la duración. La primera hace referencia a su nivel es decir la cantidad de energía que produce determinado sonido. La segunda hace referencia a la exposición del ruido y la última el tiempo que dura determinado sonido (Esteban, 2003). El mismo autor presenta una tabla donde clasifica los niveles de presión sonora de diferentes actividades que se desarrollan en un medio y que ocasionan contaminación acústica como se puede apreciar en la siguiente tabla;

Db	Niveles de intensidad sonora	Percepción subjetiva
150	Perforación del tímpano	Intolerable
140	Cohete espacial (a cortar distancia)	
130	Avión "jet" al despejar (a 25 metros)	
120	Música rock amplificada (umbral dolor)	
110	Taladrador del pavimento	
100	Metro en marcha	Muy ruidoso
90	Motocicleta sin tubo de escape	
80	Tráfico pesado	
70	Gritos niños	
60	Conversación en voz alta	Poco ruido
50	Música de radio (tono alto)	
40	Música de radio (tono bajo)	
30	Conversación en voz baja	
20	Susurro en un bosque	Silencio
10	Respiración tranquila	
0	Umbral de la audición	

Tabla 1 Clasificación del ruido según Esteban

Fuente: Artículo Contaminación acústica y Salud

Teniendo en cuenta los diferentes elementos tratados en párrafos anteriores, el señor Alfonso de Esteban realizó una clasificación de las principales fuentes emisoras de contaminación Acústica presentes en la Ciudad, las cuales fueron;

- Ruidos originados por industrias y obras públicas. (Este tipo de contaminación acústica se debe "expansión urbanista y el acercamiento de zonas industriales a las tejido urbano residencial, pequeñas industrias y comercios)
- Ruidos originados por el tráfico rodado (vehículos)
- Ruidos originados por locales públicos (bares, discotecas, etc.)
- Ruidos originados por alarmas y sirenas

La Cooperación autónoma Regional (CAR) también realizó una clasificación de las fuentes generadoras de ruido pero catalogándolas en dos tipos; la fuente antropogénica y natural. La primera hace referencia a las fuentes móviles y a los procesos, actividades y materiales que realizan los seres humanos en el medio en que habitan, por otra parte, la segunda hace referencia a los ruidos producidos por los efectos naturales como la lluvia, el viento, cascadas y demás eventos naturales (CAR, 2007)

La CAR además realiza un aporte en la clasificación del ruido teniendo en cuenta las características espectrales y el carácter temporal como se puede observar en la siguiente tabla;

Clasificación de ruido		Descripción
<b>CARÁCTER TEMPORAL</b>	Continua	En este tipo de ruido los niveles de presión sonora no presentan oscilaciones y se mantiene relativamente constante a través del tiempo, se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción: ventiladores, bombas y equipos de procesos industriales.
	Ruido fluctuante	Es aquel en el cual se presentan fluctuaciones bruscas y repentinas de la intensidad sonora en forma periódica: maquinaria que opera en ciclos, vehículos aislados o aviones.
	Ruido intermitente	Presenta interrupciones en el tiempo.
	Ruido impulsivo o de impacto	Se presenta variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto: por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.
	Ruido periódico	Cíclico y se repite en el tiempo.
<b>CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES</b>	Ruido de baja frecuencia	Es aquel que posee una energía acústica significativa en el intervalo de frecuencia de 8 a 100 Hz.
	Tono puro	Es emitido a una sola frecuencia.
	De banda estrecha	Se emite en un intervalo de frecuencias.
	Banda ancha	Se emite un todo el espectro frecuencial.
	Ruido blanco	Se caracteriza por tener una distribución de energía constante para cada frecuencia.
	Ruido rosa	Modificación del ruido blanco a fin de detener un gráfico paralelo al eje de frecuencias.

Tabla 2 Clasificación del ruido Según la CAR

Fuente: Documento del Mapa de ruido Municipio de Girardot Cundinamarca

Con base a la clasificación del ruido realizada por la CAR se puede argumentar que el ruido se divide en diferentes categorías, las cuales dependen de la fuente generadora y las actividades que se desarrollan en el espacio.

Miguel Arana clasifica en tres categorías de sonoridad el ruido, la primera abarca un sonido con gran intensidad superiores a los 85 fonios, en la segunda categoría se pueden encontrar ruidos producidos por el tráfico, maquinaria, etc. ocupando intervalos entre 45 y 85 fonios, y una tercera categoría con los niveles de ruido por debajo de los 40 fonios, siendo estos últimos de menor fuerza (Arana, 2011).

Para llevar a cabo una investigación de la contaminación acústica no solamente hay que tener en cuenta las fuentes emisoras de ruido sino también hay que tener en cuenta aquellos factores que se presenta con mayor o menor intensidad dependiendo del espacio y el tiempo, es decir existen diferentes sectores urbanos que presentan mayores niveles de ruido en la noche que en el día y viceversa (Martínez, 2009), por causa de las diferentes actividades económicas, culturales, sociales y demás prácticas que se desarrollan en estos lugares, además se debe tener en cuenta que la contaminación acústica puede incrementar por aspectos físico-Naturales como la lluvia que puede aumentar la intensidad sonora a 4 db (Martínez, 2009)

Para Pablo Laforga cualquier estudio que se realice sobre el sonido se debe tener presente dos consideraciones importantes como lo es; la onda sonora es decir la causa por la cual se origina y la sensación percibida o sea el efecto que se produce. (Laforga, 2009), para Ramírez no existe una diferencia física medible que separe el ruido del sonido. (Ramírez, 2011). Estos dos términos se emplean ampliamente por separado pero su diferencia no es de naturaleza física sino cultural y subjetiva, se llama ruido aquel sonido que produce una sensación desagradable. (García y Gómez, 2010)

Diferentes autores como Alberto Ramírez, Julián Rodríguez y José Pacheco, llegaron a la conclusión que la principal fuente de contaminación acústica es producida por el tráfico vehicular, esta ha incrementado debido al crecimiento, desarrollo y avance frente a la necesidad de movilización de personas, transporte de materias primas, entre otras. (Ramírez 2015, Rodríguez 2012, Pacheco 2009)

Por ende se desarrolló en Bogotá una investigación sobre la contaminación acústica de origen vehicular realizada por los señores Alberto Ramírez y Efraín Domínguez determinado que el ruido vehicular es un problema ambiental que se encuentra en permanente crecimiento, ocasionando problemas de salud y a pesar de lo anterior en la actualidad no se le ha prestado la debida atención que este problema requiere, con una mayor incidencia en Estados, Naciones y Territorios que se encuentran o están en vía desarrollo, sin dejar a un lado los problemas auditivos y extra-auditivos que están generando las grandes industrias que se encuentran presentes en las ciudades (Ramírez y Domínguez 2015)

La evaluación del ruido depende de la persona, de su estado de ánimo y del lugar en donde se encuentre un ejemplo de ello son las encuestas realizadas en Estocolmo que determinaron que los individuos que habitan o se encuentran cerca de zonas naturales expresan menor molestia y

estrés, pero para algunos autores como Pablo Laforga argumentan que solamente 40 decibeles (db) pueden ocasionar molestias en los seres humanos como cansancio (Laforga, 2009).

En contra parte se encuentra el decreto 0627 del año 2006 del ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial de la Republica de Colombia, el cual establece que los decibeles menores a 50 son un sector de tranquilidad y silencio (Decreto 0627 del año 2006). lo cierto es que el oído humano es capaz solamente de percibir máximo entre 140 a 160 decibeles ya que si supera esta intensidad podría generar la perdida de este sentido.(Guijarro, 2016). González y Domínguez en su investigación del ruido vehicular urbano problemática agobiante de los países en vías de desarrollo presentaron un diagrama donde muestran los diferentes aspectos que inciden en valor el sonido los cuales influyen directamente para determinar si existe ruido o no en lugar (Ramírez y Domínguez, 2011). A continuación se presenta el esquema.

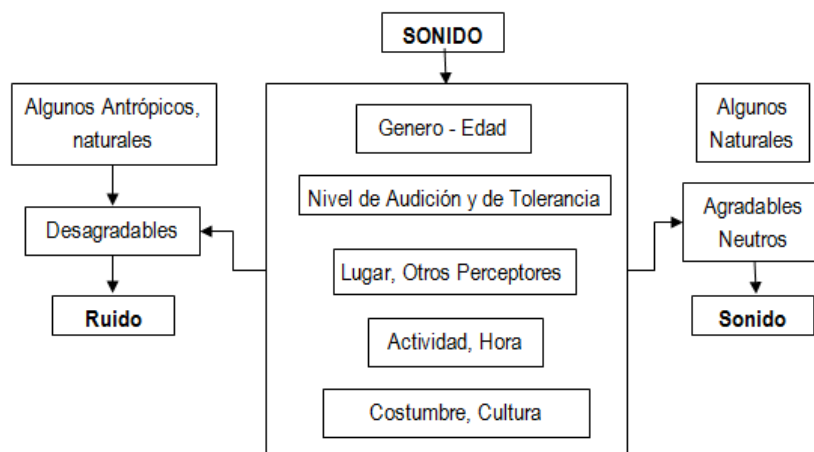


Figura 1 Aspectos que inciden en la evaluación del ruido

Fuente: Artículo el ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo (2011).

A la hora de desarrollar un proceso investigativo que tenga por objeto de estudio la contaminación acústica existen diferentes métodos y procedimientos para medir los índices de presión Sonora (CAR, 2007)

El Municipio de Fusagasugá ha ejecutado estudios sobre la contaminación acústica que se presenta en este territorio, los cuales fueron realizados entre Alcaldía Municipal y la Corporación Autónoma Regional (CAR) para la actualización del mapa de ruido – niveles de presión sonora a través de la firma Consorcio Proinark “determinando que las zonas más críticas son el cruce de la Avenida Panamericana y la Avenida de las Palmas debido al tráfico vehicular Pesado y el volumen de vehículos, la otra zona de mayor impacto es en el centro de la ciudad en las calles y carreras principales, para el resto del municipio el nivel de ruido se encuentra entre 55 y 65 db. No se encuentran niveles de ruido por debajo de 55 db, valor límite establecido para zonas residenciales, lo cual indica que la ciudad posee y está expuesta a una gran afectación por ruido.” (CAR, 2008)



La CAR también concluyó que el municipio de Fusagasugá se caracteriza por ser ruidoso superando los niveles de contaminación acústica permitidos de acuerdo con el decreto 0627 del 2006. En general los niveles de ruido de Fusagasugá durante el horario diurno se propagan en el municipio con niveles entre 65 y 75 db. El promedio de ruido en la noche disminuye comparado con la jornada del día aunque existen algunos lugares que aumentan su actividad de decibeles en la noche. (CAR, 2008).

#### 4.2 MARCO CONCEPTUAL

La contaminación acústica se define como la presencia de ruido y vibraciones en el ambiente producidos por un emisor que ocasiona molestias, riesgo o daño para las personas que lo perciben en el desarrollo de sus actividades o que afecte considerablemente al medio ambiente (Martínez y Peters, 2015).

De acuerdo con lo anterior se puede definir que la contaminación acústica simplemente es el exceso de ruido que afecta las condiciones normales de una zona determinada. La contaminación acústica es producida por ruido. El ruido es un agente perturbador de la vida ciudadana que puede ocasionar problemas de salud, afectar el estado psicológico de las personas, además de incidir en la desvalorización de propiedades (Esteban, 2003). El ruido afecta principalmente el oído, aunque también puede afectar otros órganos y sentidos (Perea y Marín, 2014).

Comúnmente el sonido suele confundirse con el ruido ya que no existe una diferencia física sino más bien cultural donde se llama ruido a un exceso de variaciones generadas en el sonido es decir intensidades desagradables para los seres humanos. El sonido es el resultado originado al “percibir auditivamente variaciones oscilantes de algún cuerpo físico”, el cual se desplaza normalmente por medio del aire (Rodríguez, 1998). La física lo define como una prolongación de ondas las cuales se generan por cambios de densidad y la presión de un cuerpo físico. Dos magnitudes importantes del sonido son la intensidad y la frecuencia (García, 2010).

Según García (2010) la frecuencia hace referencia al número de vibraciones o ciclos que tienen lugar por segundo y su unidad de medida son los Hertz (hz). Así por medio de la frecuencia se puede determinar el tono de un sonido el cual se clasifica de la siguiente manera:

- Tono grave (numero bajo de ciclos por segundo)
- Tono agudo (numero alto de ciclos por segundo)

En relación a lo anterior, la intensidad de ruido se define como la cantidad de energía, fuerza o potencia sonora como se expresa un sonido a su vez se encuentra relacionada con la amplitud y la energía transportada por una onda, definiendo si un sonido es fuerte o débil (García, 2010).

Para medir el ruido que genera un emisor es necesario de un instrumento que mida los niveles de presión sonora (NPS) como lo es el sonómetro. El sonómetro cuantifica los nivel de intensidad del ruido donde se pueden establecer parámetros durante su medición o después de esta (López, 2009).

Existen dos métodos que se emplean para realizar las mediciones de presión sonora; sonometría y dosimetría. El primero se emplea para periodos cortos de tiempo y el segundo se usa para intervalos de tiempo más largo que puede abarcar desde un día hasta una semana sin interrumpir los registros de las mediciones (HISGA, 2010).

Las mediciones de la intensidad del ruido se calculan por medio de los valores obtenidos de la presión sonora, la cual se define como el índice que se emplea para evaluar la contaminación acústica (Morales y Fernández, 2012)

Las mediciones de los niveles de presión sonora son calculadas por el sonómetro, el cual posee una serie de configuraciones para la definición de parámetros y variables necesarios para la determinación de la intensidad sonora, estos son;

- **La ponderación del Tiempo:** La ponderación hace referencia a la velocidad con que son capturadas las muestras de los niveles de presión sonora, las cuales se dividen en dos clases; ponderación rápida y lenta. La rápida es el valor que capta el equipo en un pequeño intervalo de tiempo (milisegundos) y la lenta es el valor promedio que registra el Sonómetro en un lapso de tiempo un poco más extenso que la ponderación rápida. (García, 2010)
- **El periodo de muestreo:** El periodo de Muestreo es el tiempo de duración de las mediciones de los niveles de presión sonora realizadas en lugar de estudio.
- **La ponderación de Frecuencia:** La ponderación de frecuencia son filtros electrónicos que posee el sonómetro para medir e informar los diferentes niveles de ruido, los cuales representan lo que escucha el oído humano, entre los cuales se destacan la Ponderación de Frecuencia A y C. Estas ponderaciones hacen referencia al sistema empleado por el Medidor del sonómetro que emula al oído humano, la primera sirve para emular las respuestas del oído ante intensidades de ruido baja y la segunda en cambio mide la respuesta del oído humano ante intensidades de ruido con mayor intensidad que la Ponderación A, por lo general es utilizada para medir los sonidos más graves. (Anguera, 2012).

El sonómetro es el encargado de generar un número que indique la cantidad de intensidad sonora, donde su unidad de medida son los decibeles. Los decibeles son una unidad de sonido que indica la relación que existe entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. (Resolución 8321 DE 1983 de la constitución colombiana de 1991).

Los resultados obtenidos de las mediciones de la presión son cuantificados y representados por medio de mapas de ruido. Los mapas de ruido son una representación cartográfica que muestran los niveles de contaminación acústica geográficamente, originados por diferentes fuentes que se encuentran en el entorno para ello se puede emplear diferentes instrumentos e herramientas computacionales debido a la cantidad de datos y cálculos necesarios para su realización (Arana, 2011)

Para representar en los mapas de ruido el nivel de presión sonora se emplea las isófonas. Una isófonas son líneas del mismo nivel sonoro las cuales se puede delimitar de acuerdo a diferentes intervalos (CAR, 2015).

Los altos decibeles que genera un determinado sector puede afectar las condiciones de salud de las personas a la vez que producir sensaciones y emociones negativas, como irritación, depresión y agresividad (Ramírez, 2015). Por tanto altos niveles de ruido, afecta la condición física, mental y social de las personas (Esteban, 2003).

La contaminación acústica se puede clasificar según su intensidad, su potencia y por diferentes niveles, según el grado de afectación donde a mayor cantidad de decibeles mayor es el grado de intolerancia por sus habitantes y viceversa. Para definir la calidad del sonido se deben tener en cuenta distintos parámetros como lo son; la frecuencia, la vibración y sensibilidad (Esteban, 2003). El primer aspecto hace referencia a la cantidad de ondas que atraviesan el mismo punto clasificando el sonido en agudo y en grave, como se ha mencionado anteriormente la unidad de medida de la frecuencia son los Hz los cuales son el resultado de la medición de los ciclos de la onda por segundo (Ortiz, 2011), el segundo aspecto se refiere al movimiento oscilatorio que hace una partícula alrededor de un punto fijo (Yacovino, 2004), y por último la sensibilidad es la relación que existe entre la variación y un efecto, en la física es definido como una magnitud (Urrego, 2010). La contaminación acústica se presenta principalmente en las ciudades.

Según la compañía INERCO Acústica, para determinar qué tan fuerte es un sonido con respecto a otro, se emplea la sonoridad entendiéndola como “la capacidad de un sonido para producir una sensación sonora en nuestro cerebro”, esta depende de diferentes variables como lo son la intensidad, la frecuencia, la amplitud, el tiempo de duración y la sensibilidad de cada persona, para medir la sonoridad existen dos tipos de unidades: el fonio y el sonio, en el cual un fonio es equivalente a un decibel, y el sonio es otra unidad de medida capaz de establecer la relación de sonoridad de dos o más sonidos diferentes (INERCO Acústica, 2012).

Según los elementos que fueron tratados, en el presente estudio se destacan los siguientes conceptos:

**Niveles de Presión Sonora:** Es la cantidad de sonido que se puede percibir con el oído humano en el ambiente en el que se encuentre ubicado, esta cantidad o valor de sonido posee una unidad de medida normalmente en decibeles, estos valores dependen tanto de la distancia y la potencia de fuente sonora, desde el punto donde se observe, como las características acústicas del entorno, y por medio de ella se puede evaluar si existe ruido o no. Según Díaz Ramírez la presión sonora es el resultado existente entre la diferencia de la presión instantánea atmosférica y la estática, que resulta de la propagación del sonido, gracias a que la energía provocada por las ondas del sonido ocasionan que las partículas del aire presenten un movimiento ondulatorio, generando una variación de la presión atmosférica existente, por lo tanto dicha variación facilita la medición de las ondas sonoras (Díaz, 2012).

Cuando se realizan las mediciones de presión sonora en un intervalo de tiempo se obtienen:

- **Niveles de presión sonora Máximo ( $L_{max}$ ):** Es el valor máximo obtenido en un intervalo de tiempo de las mediciones de la presión sonora.
- **Niveles de Presión Sonora Mínimo ( $L_{min}$ ):** Es el valor mínimo obtenido en un intervalo de tiempo de las mediciones de la presión sonora.

Para determinar la intensidad acústica, es necesario implementar la ecuación de los niveles de presión sonora continuo equivalente ( $LA_{eq}$ ) que según Díaz Ramírez, es el nivel sonoro continuo en el tiempo, presentando la misma energía acústica que el sonido real, durante un periodo de observación, este índice es empleado para medir el ruido comunitario, fuentes vehiculares, entre otros (Díaz, 2012).

**Ruido:** Según Párraga y María del Rosario el ruido es un factor contaminante de tipo físico, definiéndolo como el sonido o grupo de sonidos de gran magnitud que generan molestias a los seres humanos o que afectan al medio ambiente, el ruido puede considerarse subjetivo, es decir que cada persona posee una percepción de este con respecto a otras (Párraga y Rosario, 2005). El ruido puede clasificarse en varios tipos:

- **Ruido Continuo:** Es aquel ruido producido por alguna fuente emisora que opera del mismo modo sin interrupción.
- **Ruido Intermitente:** Es aquel ruido producido por alguna fuente emisora que opera por ciclos, pero también puede ser la combinación con un ruido continuo, ocasionando que este aumente y disminuya rápidamente, un ejemplo es una pista de aterrizaje.
- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido que aumenta bruscamente durante un impulso, que pueden ser ocasionados por impactos o explosiones ocasionan mayor molestia que la esperada.
- **Ruido de Baja Frecuencia:** Es el ruido que genera pocas molestias al medio ambiente o los seres humanos

**Mapas de Ruido:** Es la representación cartográfica de los niveles sonoros de un territorio a grande o pequeña escala, los cuales pueden ser originados por diferentes fuentes acústicas, para su elaboración generalmente es necesario la implementación de métodos computacionales que facilitan su creación (Arana, 2011). Dichas elaboraciones cartográficas se producen representando los niveles de presión sonora, los cuales se realizan mediante la implementación de áreas o líneas de colores, que caracterizan rasgos de igual afectación acústica (Cecor, 2014).

Los mapas de ruido pueden representar distintos índices acústicos como: niveles equivalentes, niveles máximos, mínimos, percentiles, etc., pero casi siempre se construyen con los niveles equivalentes de un determinado periodo de tiempo día, tarde y noche (Cecor, 2014).

#### 4.3 MARCO LEGAL

El exceso de Ruido es un problema que afecta al medio ambiente el cual produce el incumplimiento del Artículo 79 de la constitución política de Colombia de 1991 en el cual se establece que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano” y es obligación del estado prevenir y controlar factores de deterioro ambiental como lo establece el Artículo 80

La República de Colombia se ha preocupado por la contaminación acústica estableciendo diferentes normas, decretos, resoluciones y leyes que contraloran la emisión de Ruido como lo son:

##### 4.3.1. La resolución 0627 del año del 2006

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial haciendo uso de sus facultades Legales basándose en el artículo 33 del decreto-ley 2811 de 1974, el artículo 5 de la ley 99 de 1993 y el Artículo 14 del decreto 948 del año de 1995 establece la norma Nacional de emisión de Ruido, donde se estable los requisitos mínimos para los estudios de ruido y sus correspondientes representaciones graficas;

En el capítulo I se establece los horarios que comprenden la jornada diurna y la Nocturna, los parámetros de medida y los tiempos de las mediciones

El capítulo II estipula los estándares máximos permitidos de la emisión del ruido expresados en decibeles (db) en jornada de diurna y nocturna como se puede visualizar en la tabla número 3 y presenta la fórmula para el cálculo de la emisión de ruido

Sector	Subsector	Estándares máximos	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial,	70	60

Sector	Subsector	Estándares máximos	
		Día	Noche
	talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Tabla 3 Niveles máximos permitidos del ruido resolución 0627 del 2006

Fuente: Resolución 0627 del año 2006.

El capítulo III en el artículo 14 establece que los resultados obtenidos en campo deben plasmarse en mapas de ruido que permitan ver la realidad del ruido ambiente en el lugar que se desarrolle el estudio

El capítulo IV hace referencia a los equipos de mediada y a las mediciones; en este se establecen los equipos y sus características, las condiciones meteorológicas y los parámetros para la creación del informe técnico.

El artículo 22 establece que se debe actualizar cada cuatro años los mapas de ruido ambiental de los municipios que superen los 100.000 habitantes

El artículo 23 estipula que los mapas de Ruido deben cumplir con una información básica como lo son:

- Los valores de ruido ambiental de las áreas estudiadas
- Delimitar las zonas afectadas por la contaminación acústica
- La fecha de elaboración del mapa

El capítulo V otorga el poder de control y vigilancia del debido cumplimiento de la norma a las corporaciones Autónomas Regionales, las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales.

#### 4.3.2. Resolución 8321 del año de 1983

Esta resolución establece las normas de protección y conservación de la audición.

El artículo 17 establece los niveles sonoros máximos permisibles para controlar las molestias, alteraciones y la pérdida auditiva que se presenta en la población por la emisión del ruido. A continuación se muestran dichos niveles permitidos

ZONAS RECEPTORAS	Periodo diurno 7:01 A.M. 9:00 P.M.	Periodo nocturno 9:01 A.M. 7:00 P.M.
Zona I Residencial	65	45
Zona II Comercial	70	60
Zona III Industrial	70	75
Zona IV de tranquilidad	45	45

Tabla 4 Niveles de ruido permitido por Zonas según resolución 8321 del año de 1983

Fuente: Resolución 8321 del año de 1983

El artículo 21 estipula que las personas a cargo de fuentes emisoras de ruido, tienen la obligación de disminuir, evitar y controlar los excesos de ruido que puedan afectar la salud y el bienestar de las demás personas.

Los capítulos III y IV establecen las normas de emisión de ruido para algunas fuentes como; radios, sirenas, bocinas, aeropuertos, helipuertos, instalaciones ferroviarias, entre otras,

El artículo 36 presenta los máximos niveles de presión sonora permitidos para los vehículos como se puede visualizar en la siguiente tabla;

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS	
TIPO DE VEHÍCULO	NIVEL SONORA dB (A)
Menos de 12 toneladas	83
De 2 a 5 toneladas	85
Más de 5 toneladas	92
Motocicletas	86 dB (A)

Tabla 5 Niveles máximos de intensidad Sonora permisibles para los vehículos

Fuente: Resolución 8321 del año de 1983

En el capítulo V decreta la protección y conservación de la audición por emisor de ruidos en los lugares de trabajo, presentando una tabla de los valores máximos permitidos de acuerdo a las horas de trabajo como se puede visualizar a continuación:

MÁXIMA DURACIÓN DE EXPOSICIÓN DIARIA	NIVEL DE PRESIÓN SONORA dB (A)
8 horas	90
7 horas	90
6 horas	92



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

Tabla 6 Niveles máximos de presión sonora permitidos con respecto a las horas de trabajo  
Resolución 8321 del año de 1983

#### **4.3.3. Resolución 2400 de 1979 del ministerio de trabajo y seguridad social**

El capítulo IV hace referencia a los ruidos y vibraciones causados en los establecimientos de trabajo que generen contaminación acústica, en la cual las empresas deben adelantar estudios ambientales, controlar las exposiciones del ruido, suministrar equipos de protección y adecuación a sus trabajadores y adecuación de las maquinarias para disminuir el ruido.



## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGROCLIMATOLÓGICAS

La Comuna Occidental se encuentra ubicada en el área urbana del Municipio de Fusagasugá. El Municipio se localiza en la Región Andina al Sur del Departamento de Cundinamarca en la parte Centro-Norte en la Región del Sumapaz, De acuerdo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) Fusagasugá se encuentra a 64 kilómetros por vía terrestre del Distrito Capital de Bogotá, posee una posición geográfica aproximadamente de 04°20'27" hacia el paralelo Norte (Latitud) y 74°21'51" en el Meridiano Oeste (Longitud) con una altura en promedio 1728 msnm, con un extensión total de 204 Km<sup>2</sup>, de los cuales 190.99 Km<sup>2</sup> corresponden al sector rural y 13.01 Km<sup>2</sup> al casco urbano (Diccionario del IGAC).

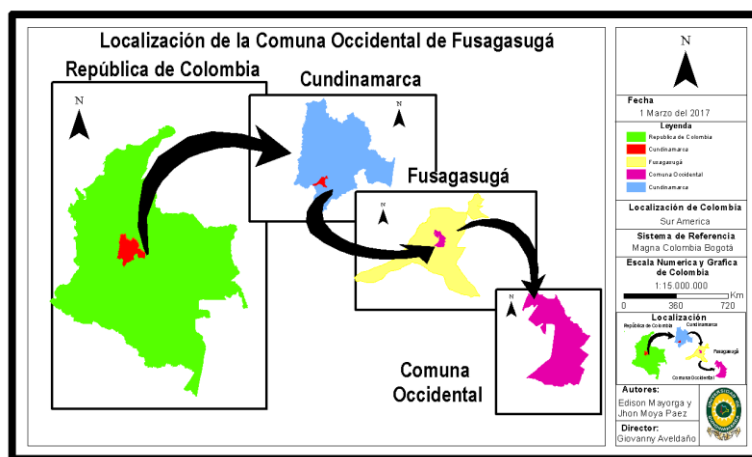


Tabla 7 Localización de la Comuna  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

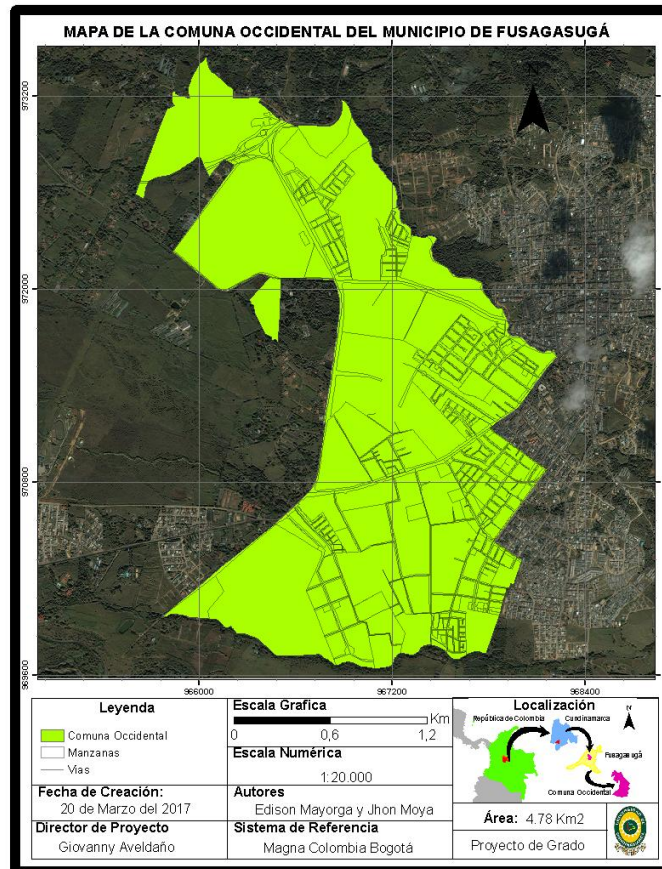
Fusagasugá presentan una Temperatura promedio de 20.1 grados centígrados al año con una humedad relativa del 77% y con precipitación de régimen bimodal presentando dos temporadas de lluvias en los meses de Marzo a Mayo y Septiembre a Noviembre con un promedio anual de 1582 mm. El mes que más llueve es Octubre (Diccionario de IGAC)

El Municipio Limita al Norte con los Municipios de Silvana y Sibaté, al Este con el Municipio de Pasca, al Oeste con el Municipios de Tibacuy (Cundinamarca) y Icononzo (Tolima). Cuenta con un terreno Montañoso debido a su ubicación en la cordillera Oriental del territorio colombiano. (Plan de desarrollo Municipal de Fusagasugá 2012-2015)

El Municipio de Fusagasugá se caracteriza por poseer dentro de la extensión territorial cuatro pisos térmicos; Paramo, Frio, Templado y Cálido, que le brindan la posibilidad a los habitantes de desarrollar diferentes actividades, como lo es la ganadería, agricultura, turismo y el comercio. Por lo cual el municipio cuenta con diecisiete veredas que se dedican a las actividades agropecuarias, entre los cuales se pueden encontrar productos como tomate de árbol, frijol, mora, alverja, papa, entre otros cultivos. En la parte ganadera se produce en las veredas de El Carmen, Batán, Santa Lucia y la Puerta, la principal actividad turística se centra en la inspección

de Chinauta y unas veredas localizadas al sur-occidente del Municipio, y la actividad comercial se encuentra en el casco urbano del Municipio. (Plan de desarrollo municipal 2012-2015 de Fusagasugá).

A continuación se podrá observar el mapa de la Comuna Occidental del municipio de Fusagasugá.



Mapa 1 Mapa de la Comuna Occidental de Fusagasugá  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

## 5.2 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para las recolecciones datos se emplearon hojas de registro, las cuales son necesarias para recolectar las mediciones de presión sonora, condiciones climatológicas, horas de inicio, fin de la Medida, fecha, altura del instrumento, las direcciones del foco, entre otras variables que son necesarias en las actividades de campo.

Se emplearán guías para la utilización del sonómetro ya que es el instrumento más importante para la realización del trabajo de campo debido a que se debe tener el conocimiento adecuado en cuanto al manejo del equipo para obtener mediciones con mayor Exactitud.

### 5.3 MÉTODO DE ANÁLISIS

El método empleado es el deductivo, ya que los datos que resultaran de las mediciones de Presión Sonora permitirán un razonamiento lógico o deducir en qué lugares se presentan con mayor intensidad la contaminación acústica y si se cumple con el artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006. Además se podrá realizar un análisis espacial el cual consiste en la comparación de los datos obtenidos en campo con lo establecido en el artículo 9 de la misma resolución.

### 5.4 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto se realizó una serie de fases o etapas indispensables para la determinación de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental de Fusagasugá (Cundinamarca). A continuación se presente el diagrama con las etapas realizadas.

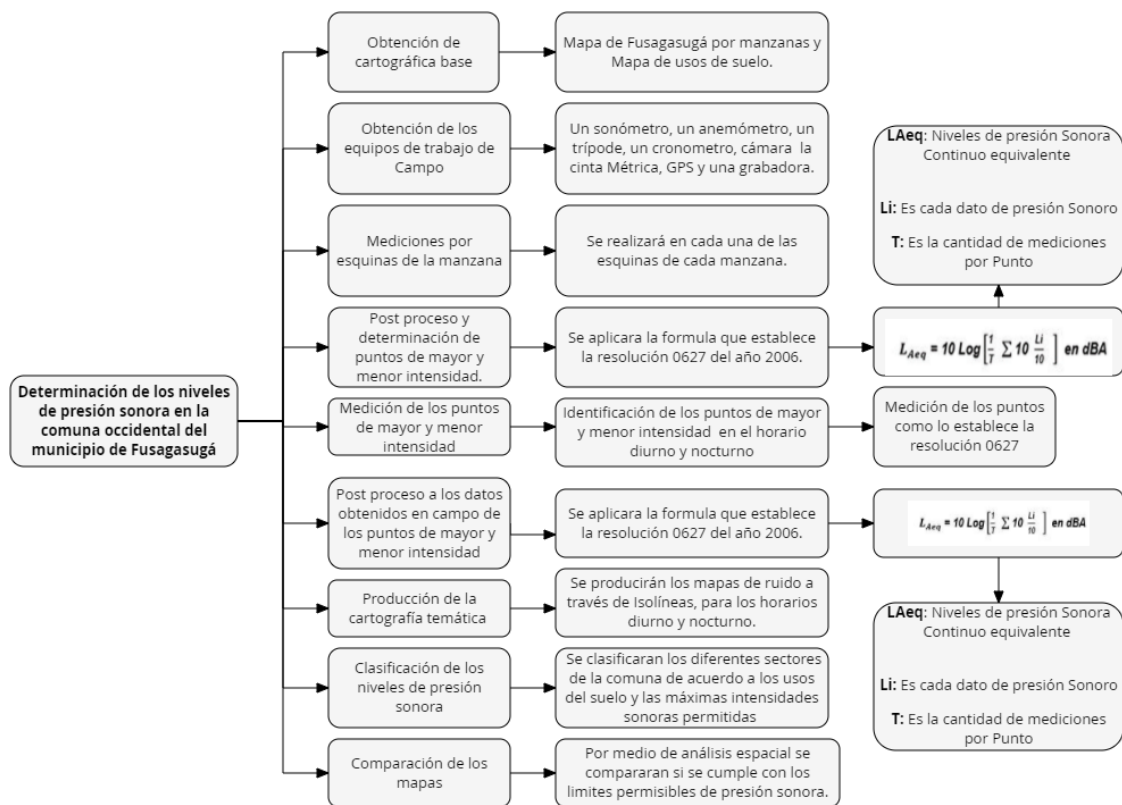


Figura 2 Diagrama de pasos para la realización del proyecto.  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

#### 5.4.1 Etapa 1 Obtención de cartográfica base

Esta etapa se realizó con el fin de obtener una cartografía base que permitió identificar la zona de estudio, sirviendo de instrumento para la programación y organización de la logística de trabajo además se empleó para generalización de los mapas finales de ruido. Para lograr tal

finalidad se consultó en la oficina de la Secretaria de Planeación del Municipio de Fusagasugá, la cual suministró archivos shapefile y mapas en formato PDF los cuales corresponden a las vías, barrios, manzanas, comunas y mapas de usos del suelo del área urbana de Fusagasugá.

#### **5.4.2 Etapa 2 Obtención de los equipos de trabajo de Campo**

Teniendo en cuenta los artículos 18 y 20 de la resolución 0627 del año 2006, donde se establecen los instrumentos de medida, el tipo y clase de los equipos; se realizó la compra de los siguientes instrumentos:

**Sonómetro:** El sonómetro que se empleó es de marca Wensn 1361, presentando las siguientes características: es de tipo 2, posee una precisión de 1.5 decibeles, posee un rango de medición de 0 – 180 db, ponderación de tiempo rápido y lento, ponderación de frecuencia alterna y continua y conector con el pc a través de cable USB.

**Anemómetro:** El equipo utilizado para la medición del viento es de referencia EK1700664, el cual posee las siguientes características: rango de velocidad del aire de 0 a 30 metros por segundo y posee una presión de la velocidad del aire de 5%.

Además se utilizaron equipos obtenidos del laboratorio de Topografía y Cartografía de la Universidad de Cundinamarca (UDEDEC), los cuales fueron:

- Bipode
- Bastón
- Navegador Garmin

También fue necesario la obtención de un cable USB de cinco metros para conectar el sonómetro al computador para guardar los registros superiores a 2.5 minutos, una cámara fotográfica, un grabador de audio, una adaptación para conectar el sonómetro al bastón y un cronometro para medir el tiempo de registro.

#### **5.4.3 Etapa 3 Mediciones de los niveles de presión sonora por esquinas de manzana**

Para el desarrollo de esta etapa fue necesario dividirla en tres fases:

**Fase de Reconocimiento:** Esta fase se realizó con el objetivo de conocer, distinguir, explorar e inspeccionar el área de estudio antes de ir a Campo, utilizando tecnologías que facilitaron el cumplimiento de esta tarea. Para ello se ejecutaron los siguientes procesos espaciales los cuales se desarrollaron en el software de Arc Map; con las cartografías obtenidas de la Etapa 1;

Con el archivo shapefile de Comunas mediante la herramienta de selección se extrajo el área de trabajo correspondiente a la Comuna Occidental.

Una vez obtenido el área de la comuna se procedió a realizar el Geoproceso de Recorte de los archivos shapefile que tenían la información de vías y manzanas.

Con la herramienta de conversión de la Caja de herramientas del Arc Map, se convirtieron los archivos shapefile anteriores a archivos KMZ, para que se pudieran visualizar en el software de Google Earth, y mediante la herramienta del street view se realizó el reconocimiento del el área de estudio cumpliendo con el objetivo propuesto.

**Fase de Configuración del sonómetro:** Esta fase se realizó con el propósito de definir una serie de parámetros de medida necesarios en el sonómetro antes de ir a campo los cuales son los siguientes:

- La Ponderación del Tiempo o Tiempo de Respuesta: Lenta
- El Periodo de cada Muestreo: Un minuto
- La Ponderación de frecuencia: A
- Los Días de Muestreo: Lunes a Domingo.

La configuración empleada se basó en la metodología ejecutada en Popayán donde se realizó un muestro a la calidad de ruido elaborado por: epam s.a. esp.

**Fase de Campo.** Esta fase se realizó con el objetivo de medir los niveles de presión sonora (NPS) presentes en la Comuna Occidental tanto en jornada Diurna como Nocturna para ello se empleó la metodología de Martínez, la cual consiste en hacer 3 mediciones de los niveles de presión sonora en cada una las esquinas de cada manzana que conforman la comuna durante un periodo de tiempo de 60 segundos por cada medición en diferente horario para lograr todo lo anterior se utilizó el sonómetro el cual capto los NPS y el GPS el cual se empleó como apoyo para la localización espacial de cada uno de los sitios donde se realizó los registros. Además se usó el cronometro para contabilizar el tiempo y el cámara fotográfica para obtener evidencias del estudio realizado en campo.

#### **5.4.4 Etapa 4 Post-proceso y determinación de los puntos de mayor y menor Intensidad.**

Para el desarrollo de esta etapa fue necesario dividirla en cinco fases las cuales son las siguientes:

**Fase Post-Proceso:** Esta fase consistió en el cálculo de los Niveles de Presión Sonora Equivalente con los datos recolectados del sonómetro en la fase de campo de la etapa 3, los cuales se exportaron a un archivo excel (.xls) empleando el software SoundLink, una vez culminado este proceso se procedió a organizar los datos de las mediciones para poder aplicarles la fórmula que según Xiomara Perea y Eduardo Marín (2016) es como lo solicita la resolución 0627 del año 2006, la cual es:

$$L_{Aeq} = 10 \text{ Log} \left[ \frac{1}{T} \sum 10 \frac{L_i}{10} \right] \text{ en dBA}$$

1

*Formula 1 Formula para calcular los niveles de presión sonora equivalente*

*Fuente: Percepción del ruido por parte de habitantes del barrio gran limonar de la comuna 17 en la ciudad de Cali, 2016.*



Dónde:

LAeq: Niveles de presión sonora continuo equivalente

Li: Es cada dato de presión Sonoro

T: Es la cantidad de mediciones por Punto

Para agilizar el proceso debido a que la formula anterior es extensa se procedió a emplear la programación elaborando una función que determinara los niveles de presión Sonora continuo equivalente, mediante el lenguaje de programación Visual Basic, el cual se puede incorporar a excel sin agregar ningún programa. Dicha función permitió hacer más rápido el cálculo de los LAeq.

**Fase de ubicación espacial de los puntos:** Esta fase se realizó con la finalidad de localizar los puntos de medida de los niveles de presión Sonora realizados en la fase de campo de la etapa número tres mediante coordenadas. Para lograr la ubicación espacial de dichos puntos, se procedió a descargar los datos del navegador mediante el software de MapSource en formato .txt que posteriormente se importaron a un archivo de Excel con el nombre del punto y las coordenadas. Luego de tener los datos de los puntos en Excel, se le agrego la información de los niveles de presión sonora continuo equivalente, los valores máximos y mínimos de las mediciones realizadas, para posteriormente subirlos al software de Arc Map, mediante un archivo vectorial de tipo punto.

**Fase de la determinación de zonas:** Este fase se realizó con la finalidad de dividir la Comuna en diferentes zonas con el objetivo de obtener una mejor distribución espacial para posteriormente identificar y localizar tanto los punto críticos como los de menor intensidad de aquellos sectores que presentaron altos y bajos niveles de presión sonora.

Para lograr lo anterior con el software de Arc Map se dividió el lugar de trabajo en cuatro zonas, cada zona posee la misma área. Para realizar dicho proceso se empleó la función envelope, la cual creó una un rectángulo que encierra toda el área de la comuna, creando un documento shapefile de tipo polígono, luego con un proceso de edición se dividió el rectángulo en cuatro partes iguales y con ello lograr el objetivo de esta fase

**Fase de Interpolación:** Esta fase se ejecutó con el propósito de determinar los niveles de presión sonora en todos los sectores de la comuna con las muestras capturadas en la fase de campo de la Etapa número tres, y Post-procesada como localizada espacialmente en la etapa número cuatro.

Para lograr lo mencionado anteriormente se hizo una interpolación, la cual consiste en dar atributos desde puntos conocidos a lugares desconocidos. Dicho procedimiento se ejecutó en el software de Arc Map, para identificar que método de interpolación era el más adecuado para el tratamiento de los datos fue necesario realizar varios tipos ya que no existe un parámetro específico que determine que método se debe emplear o cual ofrece mayor exactitud al valor real, sin realizar una comparación previa entre ellos, aunque existe documentación que

recomienda utilizar un método dependiendo del estudio que se va a abordar pero eso no garantiza que ese método ofrezca el mejor resultado..

Por lo Cual se utilizaron cuatro métodos de interpolación, que incluyeron determinísticos y no determinísticos los cuales fueron:

- Kriging
- IDW (Distancia Inversa Ponderada)
- Tendencia
- Spline

Una vez obtenidos los diferentes resultados de las interpolaciones, fue necesario analizar y comparar para determinar que método es el más efectivo para este tipo de trabajo.

**Fase selección puntos críticos y de menor Intensidad:** Este fase se realizó con la finalidad de identificar, localizar y seleccionar los lugares que presentan los mayores y menores niveles de presión sonora en cada una de las zonas de la Comuna, las cuales fueron divididas en una de las fases mencionadas anteriormente.

Para lograr el objetivo anterior se empleó la interpolación realizada en la fase anterior como ayuda para la selección de los puntos que presentaron los mayores y los menores LAeq, teniendo en cuenta su distribución espacial, localizando diez puntos en cada zona donde cinco corresponden a los lugares que presentaron mayor intensidad sonora y los otros cinco corresponden aquellos sectores de menor intensidad, tanto en el día como en la noche.

#### **5.4.5. Etapa 5. Medición de los puntos con mayor y de menor intensidad sonora**

Para realizar el cumplimiento de esta etapa fue necesario dividirla en dos fases.

**Fase de configuración del Sonómetro:** Esta fase se realizó nuevamente con el propósito de redefinir una serie de parámetros necesarios en el sonómetro antes de ir a campo para cumplir con las normas establecidas en la resolución 0627 del año 2006. Los parámetros empleados en campo fueron los siguientes.

- El Periodo de cada Muestreo: Una hora
- La Ponderación del Tiempo: Lenta
- La Ponderación de frecuencia: A
- Los Días de Muestreo: Lunes a Domingo.

Como se puede apreciar el único valor redefinido en esta configuración en comparación con la realizada en la etapa numero 3 fue el periodo de muestreo que aumento a una hora cumplimiento con el artículo 5 de la resolución 0627 del año 2006 donde se establecen los intervalos de tiempo para la mediciones de niveles de presión sonora.

**Fase de Campo:** Esta fase se ejecutó con el propósito de realizar las mediciones de los niveles de presión sonora en los 20 puntos críticos y los 20 puntos de menor intensidad determinados en

la etapa número 3, en los dos distintitos horarios. A la hora de realizar dichas mediciones se cumplió con las normas y procedimientos establecidos en la resolución 0627 de año 2006.

Para cumplir con lo mencionado anteriormente, se emplearon todos los de instrumentos definidos en la etapa número 2, acompañándolos de una serie de técnicas y procedimientos necesarios para el desarrollo de esta fase de campo. Donde el sonómetro se utilizó para calcular los niveles de presión sonora en los 40 puntos de la Comuna empleando la configuración definida en la fase anterior, el GPS se usó como apoyo para la localización espacial de los lugares donde se realizaron las mediciones, el bastón y el bipode se implementó para poder medir a 4 metros de altura como lo establece el capítulo II de la resolución 0627 del año 2005, un cable USB de cinco metros para conectar el medidor de sonido al computador el cual a su vez se encargó de guardar los registros de los NPS en cada uno de los puntos mediante el programa SoundLink, una adaptación, la cual permitió unir el sonómetro al bastón durante el tiempo de la medición, una cámara para realizar un registro fotográfico y la grabadora de audio para tomar muestras del sonido.

Además se cumplió con las condiciones atmosféricas establecidas en el artículo 20 de la resolución 0627 como por ejemplo que las mediciones no se deben realizar en tiempos lluviosos, la velocidad del viento no debe superar los 3 metros por segundo para lo cual se utilizó en anemómetro, entre otras condiciones..

#### **5.4.6 Etapa 6 Post proceso de los datos con mayor y de menor Intensidad sonora.**

Esta Etapa se realizó con la finalidad de calcular los Niveles de Presión Sonora Equivalente con los datos recolectados del sonómetro en la fase de campo en los 20 puntos críticos y los 20 puntos de menor intensidad medidos en la etapa anterior tanto para horario diurno como nocturno.

Para lograr lo anterior los datos registrados con el sonómetro se exportaron en archivo Excel (.xls) mediante el programa de SoundLink, luego se organizó la información y se aplicó la fórmula empleada en la cuarta etapa la cual determinó los niveles de presión Sonora Equivalentes presentes en los lugares de estudio.

#### **5.4.7 Etapa 7 Producción de la cartografía temática (mapas de ruido- niveles de presión sonora)**

Esta etapa se ejecutó con el objetivo de producir la cartografía temática de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, por lo cual esta se encargó de generar los Mapas de ruido, los cuales representan los niveles de presión sonora presentes en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá mediante isolíneas como lo establece el artículo 24 de la resolución 0627 del 2006 y además crear resultados cartográficos donde se visualicen los sectores que presentan mayores y menores intensidades Sonoras en la Comuna, en los dos diferentes horarios.

**Generación de los mapas de ruido:** Para lograr producir los mapas de ruido de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá en la jornada Diurna y Nocturna se emplearon los datos



obtenidos en las etapas 4 y 6, los cuales se manejaron en el programa de CadnaA el cual es un software especializado para el cálculo, la evaluación, la presentación y la predicción del ruido, contando con potentes algoritmos y diferentes herramientas útiles para crear mapas donde se representen los niveles de presión Sonora de algún territorio a grande o pequeña escala, razón por la cual se escogió este para generar los propios resultados cartográficos del proyecto, aunque este únicamente se empleó para el cálculo y la predicción de los NPS en toda la comuna, dichos resultados se exportaron en formato ráster o imagen digital

Para agrupar los datos por categorías con intervalos de 5 decibeles como lo estableció la CAR en la actualización de mapa de ruido – niveles de presión sonora en el Área Metropolitana del Valle de Aburra, se empleó el software de Arc Map, el cual se encargó de realizar una reclasificación, proceso de análisis espacial que permitió cambiar los valores de los NPS de las imágenes digitales obtenidas anteriormente para agrupadas en los intervalos deseados, tanto en el día como en la noche.

Luego se realizó un proceso de edición cartográfica en el mismo software para la presentación de los Mapas de Ruido - Niveles de Presión Sonora presentes en la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá en los dos horarios.

#### **5.4.8 Etapa 8 Clasificación de los niveles de presión sonora de acuerdo a la destinación y uso del suelo de la Comuna.**

Esta etapa se realizó con el propósito de conocer como debe ser comportamiento normal de los niveles presión sonora en cada uno de los sectores de la comuna de acuerdo a las actividades permitidas por la entidad territorial de Fusagasugá en los dos diferentes horarios.

Para lograr lo anterior se basó el Plan de Ordenamiento Territorial de Fusagasugá especialmente en la distribución de usos del suelo de la Comuna Occidental del Municipio, elaborando un mapa de ruido con los decibles máximos permitidos para cada sector tanto para la noche como en el día con base a lo establecido en el artículo 9 de la resolución 0627 del 2006. Para lo cual fue necesario realizar dos procesos los cuales fueron:

**Proceso 1 Digitalización del Mapa de usos del suelo de la comuna:** Con los datos obtenidos en la oficina de planeación en la etapa uno, se adquirió un mapa de usos del suelo del área urbana del Municipio de Fusagasugá, el cual se encontraba en formato PDF, por lo cual fue necesario digitalizarlo en el software de Arc Map. Para lograr este proceso se convirtió el documento PDF a uno de tipo imagen, para posteriormente ser cargado en el software y realizar lo que se denomina una georeferenciación, la cual es una técnica de posicionamiento espacial que consiste en ubicar una entidad con localización geográfica incorporándole un sistema de coordenadas, esta georeferenciación utilizó ocho puntos de control, luego se creó un shapefile de tipo polígono al cual se le agregó el campo de usos del suelo de tipo texto y se crearon doce entidades, las cuales se vincularon al campo anterior, lo cual facilitó la digitalización, puesto que por medio de estas entidades se asignaba el uso del suelo a cada área digitalizada automáticamente. Finalmente se realizó la validación de topología, una técnica que permite determinar los errores que se pudieron haber cometido en el proceso de la digitalización para luego resolverlos.

**Proceso 2:** Luego se realizó la incorporación de los niveles de presión sonora máximos permitidos de acuerdo a la destinación y el uso del suelo en cada área o sector de la comuna creándole un nuevo campo llamado niveles máximos permitidos, de tipo doble, para ello se creó una función en Python, la cual incorporó automáticamente los niveles máximos permitidos, automatizando el proceso tanto en el día como en la noche.

#### 5.4.9 Etapa 9 Comparación de mapas.

Esta etapa se ejecutó con el propósito de verificar el cumplimiento del artículo 9 de Resolución 0627 del año 2006 donde se establecen los niveles máximos de presión sonora permitidos. Esta verificación se realizó a través de mapas generados en etapas anteriores y por medio de análisis espacial con el fin de determinar qué sectores de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá no cumplen con la norma tanto en horario diurno como nocturno.

Para el cumplimiento de esta etapa fue necesario dividirla en tres fases:

**Fase de Reclasificación de Mapas de Ruido:** Esta fase se hizo con la finalidad de preparar y organizar la primera parte de información cartográfica para la comparación final, para lo cual fue necesario emplear un proceso de análisis espacial denominado reclasificación, cabe recordar que una reclasificación es un proceso por el cual se pueden cambiar los valores de los píxeles de una imagen digital por otros.

Para lograr lo anterior se utilizó el software de Arc Map donde se emplearon los mapas de ruido elaborados en la etapa 7, los cuales se reclasificaron en cuatro categorías. Dichas reclasificaciones se realizaron teniendo en cuenta los niveles máximos permitidos de presión sonora de acuerdo a la destinación de usos del suelo de la comuna realizada en la etapa anterior, de las cuatro categorías tres corresponden a los niveles establecidos por la Resolución 0627 del año 2006 y la restante corresponde a aquellos valores que superaron los datos máximos que se encuentran en la Resolución. A continuación se presenta la tabla con las reclasificaciones realizadas en las imágenes digitales del día y la noche de acuerdo a los intervalos de Intensidad sonora.

HORARIO NOCTURNO		HORARIO DIURNO	
NIVELES DE PRESIÓN SONORA	VALOR DE SALIDA	NIVELES DE PRESIÓN SONORA	VALOR DE SALIDA
Menor o igual a 50 db	50	Menor o igual a 55 db	55
Mayor a 50 y menor a 55 db	55	Mayor a 55 y menor a 65 db	65
Mayor a 55 y menor a 60 db	60	Mayor a 65 y menor a 70 db	70
Mayor a 60 y menor a 75 db	75	Mayor a 70 y menor a 75 db	75

Tabla 8. Reclasificación de acuerdo a los intervalos de niveles de presión sonora.

Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Las dos imágenes digitales obtenidas en las reclasificaciones recibieron los siguientes nombres; rec\_día en horario diurno y rec\_noche en horario nocturno

**Fase de Conversión de polígono a Ráster de la intensidad permitida de acuerdo con la Resolución 0627:** Esta fase se efectuó con el fin de preparar y organizar la segunda parte de información cartográfica para la comparación final. Para ello simplemente se necesitó realizar una conversión de los datos vectoriales obtenidos en el proceso 2 de la etapa 8 a formato ráster, conservando los atributos del campo niveles máximos permitidos, tanto en el día como en la noche, este procedimiento se realizó en el software de Arc Map.

Los dos resultados obtenidos de en formato ráster recibieron los siguientes nombres; *resolucion\_dia* para jornada diurna y *resolucion\_noche* para jornada nocturna

**Fase de comparación:** Esta fase se realizó con el propósito de verificar cartográficamente el cumplimiento del artículo 9 de Resolución 0627 del año 2006 al comparar mediante análisis espacial los mapas obtenidos en formato ráster de las fases anteriores.

Para lograr el objetivo anterior se empleó la técnica de álgebra de mapas. La cual es un conjunto de herramientas, funciones y operaciones para realizar análisis geográfico. Mediante la calculadora ráster se efectuaron dos procesos; el proceso de resta (-) y el proceso mayor o igual que ( $\geq$ ). El primero crea un nuevo ráster al sustraer los valores contenidos en los pixeles de imagen digital con otra o con un número y el segundo también crea un ráster donde los valores de los pixeles de una imagen digital se compara con otra o con un número y si este valor es menor, el valor de salida es 0 de lo contrario es 1.

Se realizaron dos procesos de resta uno para el día y el otro para la noche. Las imágenes digitales sustraídas en jornada diurna fueron; *resolucion\_dia* con *reclasificacion\_dia* y para jornada nocturna *resolucion\_noche* con *reclasificacion\_noche*. Dichos nombres de ráster fueron obtenidos en las fases anteriores. Los valores negativos de los resultados obtenidos de las sustracciones realizadas anteriormente indican que no se cumple el artículo 9 de Resolución 0627 del año 2006 ya que esto indica que sobran niveles de presión sonora es decir existe mayor intensidad sonora que la permitida

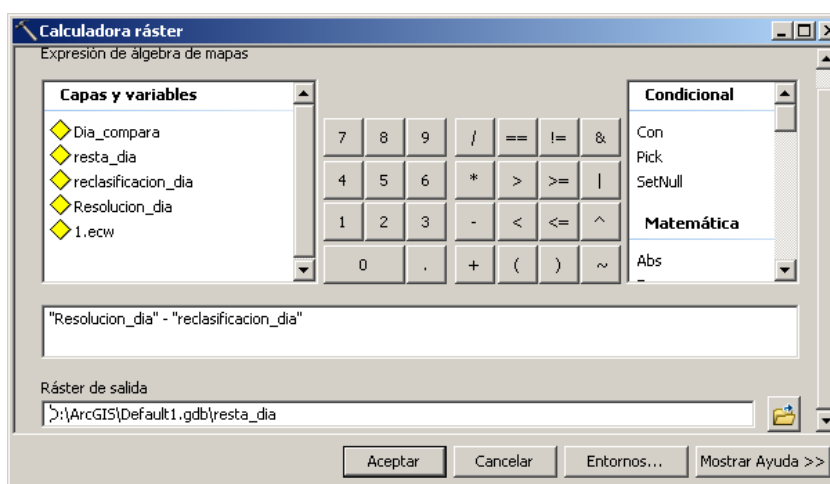


Figura 3 Proceso de sustracción de capas  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

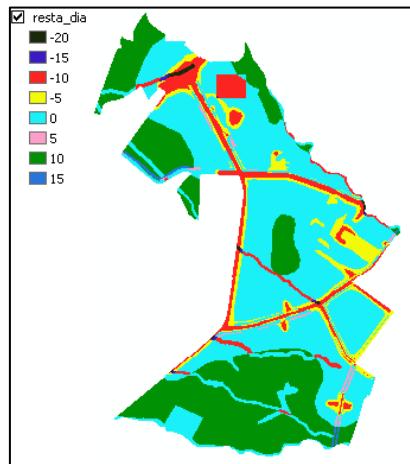


Figura 4. Resultado de la sustracción  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Los resultados de las sustracciones crearon dos nuevos ráster los cuales se llamaron; resta\_dia en el horario diurno y resta\_noche para el horario de nocturno

Aunque el proceso de la sustracción indica si se cumple o no se cumple la norma es necesario resumir en dos valores o categorías, ya que la resta da como resultado varios valores que dificultan una rápida verificación del cumplimiento de la norma, para ello se aplica el segundo proceso llamado mayor o igual que, donde los ráster llamados; resta\_dia y resta\_noche obtenidos anteriormente se les aplica  $\geq 0$  lo cual permite agrupar por un lado los valores negativos y por otro los positivos, Donde 1 corresponde aquellas áreas que cumplen con resolución y 0 aquellas áreas que la infringen

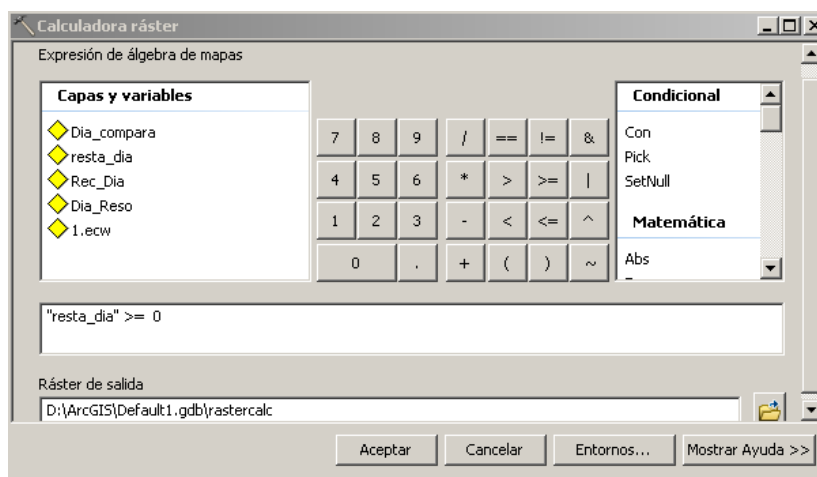


Figura 5 Proceso de mayor o igual para calcular el mapa de conflictos  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

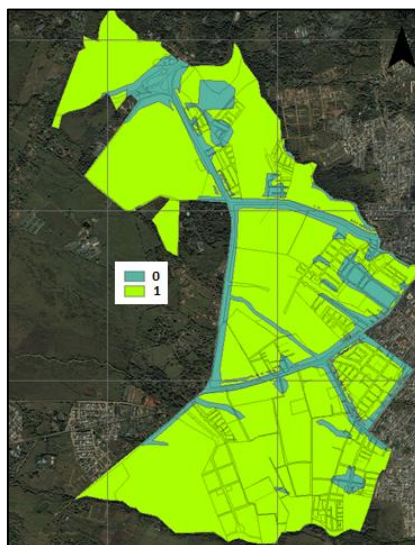


Figura 6. Resultado del proceso mayor o igual en la jornada diurna  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

#### 5.4.10 Desarrollo de una página web

Esta etapa se realizó con el objetivo de desarrollar una página web, que contenga varias funciones que hagan más interactivo la presentación y la ejecución de los diferentes resultados obtenidos en las etapas anteriores.

Para lograr el objetivo anterior se emplearon tres lenguajes de programación para desarrollar la página web; el lenguaje HTML el cual se utilizó para formar la estructura básica de la página, el lenguaje CSS que se encargó de colocar los estilos y el lenguaje PHP que se empleó para enviar, recibir y procesar datos. Igualmente se utilizó una base de datos en Postgresql con la extensión de postgis, esta se usó para almacenar, editar, crear y procesar datos geográficos como corrientes.

Para el desarrollo de la página web además de lo anterior se empleó un complemento de Qgis denominado qgis2web (Morales, 2016) el cual permitió exportar datos vectoriales a mapas web facilitando totalmente el trabajo y finalmente se utilizó un servidor web llamado geoserver, geoserver se empleó para publicar, almacenar y editar los datos espaciales.

Los datos geográficos que se emplearon para la creación de la página son provenientes de las diferentes etapas anteriores

La página diseñada hace lo siguiente;

- Visualiza mediante mapas web las intensidades sonoras presentes en la Comuna Occidental con base a los resultados cartográficos obtenidos en la etapa 7.
- Muestra interactivamente el nivel de presión sonora equivalente, la fotografía y el audio grabado en la fase de campo de la etapa número cinco de los puntos que registraron mayores intensidades sonoras en los dos diferentes horarios diferentes

- Calcula los niveles de presión sonora equivalentes
- Tiene la capacidad de realizar actualizaciones y modificaciones de los diferentes puntos registrados en campo tanto en jornada diurna como nocturna
- Contiene la información de la localización de la Comuna

## 6. RECURSOS

### 6.1. HUMANOS

Para la realización de este proyecto fue necesaria la intervención de dos personas las cuales son los integrantes del proyecto, quienes fueron los encargados de cumplir con las siguientes responsabilidades;

- Realizar las Mediciones
- Registrar los datos en la hoja de campo
- Mantener los equipos adecuadamente
- Solicitar asesoría
- Realizar los Mapas
- Ejecutar la indagación a los habitantes de la Comuna
- La obtención de información de diferentes fuentes.

### 6.2. INSTITUCIONALES: FÍSICOS, LOGÍSTICOS Y/O TÉCNICOS

Para la ejecución de este proyecto fue necesario la colaboración de la oficina de planeación del municipio de Fusagasugá, a la cual se le solicitó el suministro del mapa de la Comuna Occidental por manzanas, igualmente facilitó la adquisición del plan de ordenamiento territorial y la cartografía de la distribución de usos del suelo, por último se empleó el apoyo del programa de Tecnología en Cartografía de la universidad de Cundinamarca por el asesoramiento durante la realización del proyecto de grado, además facilitó el acceso a herramientas y equipos de trabajo como el Arc GIS, el navegador GPS, el bipode y el bastón.

### 6.3. ECONÓMICOS

#### 6.3.1. Presupuesto

Para la ejecución el grupo de trabajo contó con un presupuestado de un millón de pesos sin contar con el valor profesional, con los cuales se buscó abarcar los gastos que fueron necesarios para la elaboración del proyecto, los cuales se invirtieron de la siguiente manera:

<b>COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VR. TOTAL</b>
<b>Sonómetro</b>	1	200.000	200.000
<b>Anemómetro</b>	1	102.000	102.000
<b>Cable USB 5 metros</b>	1	15.000	15.000
<b>Adaptador para sonómetro</b>	1	15.000	15.000
<b>Pilas AA</b>	12	4.000	48.000
<b>Valor Hora Profesional</b>	2015	3.900	7.858.500
<b>otros gastos</b>	1	300.000	300.000
<b>TOTAL</b>			<b>8.538.500</b>

Tabla 9. Costos del proyecto

Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

**6.3.2. Financiamiento:**

El proyecto fue Financiado por los integrantes del mismo, dividiendo el total de lo invertido en dos partes iguales, correspondiéndole a cada persona la suma de trecientos cuarenta mil pesos cada uno sin incluir el valor profesional.





## 8. RESULTADOS

### 8.1. LOCALIZACIÓN, DETERMINACIÓN Y REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LOS PUNTOS RECOLECTADOS

Con la realización de los procesos de la etapa 3 y 4 se registraron un total de 225 puntos donde se obtuvieron; los niveles de presión sonora equivalentes, los niveles máximos, los niveles mínimos y las coordenadas en Planas Gauss Kruger tanto para el horario diurno y el nocturno. En seguida se presentan la tabla con los datos mencionados anteriormente.

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
1	967908,501	971802,437	72,8202370	82,7	64,4	74,92475453	86,1	59,9
2	967889,434	971722,501	70,7863860	80,4	57,3	71,66495469	86,5	52,1
3	967831,343	971677,094	71,0047180	80,5	51,8	62,91055262	74,2	41,5
4	967797,907	971718,972	56,4620880	65,6	50,1	58,07532099	64,5	46,0
5	967769,552	971735,465	54,3044450	63,4	51,0	59,91721308	68,5	37,7
6	967751,925	971616,784	71,4828120	85,5	51,5	67,47886640	79,8	40,4
7	967721,44	971648,912	62,6466310	75,6	50,2	54,64252998	63,7	37,2
8	967766,337	971711,965	64,9604100	69,6	43,6	58,62440247	72,2	37,7
9	967642,904	971706,443	60,5362520	66,9	49,5	64,48962638	81,5	33,4
10	967656,268	971724,141	56,6392910	77,2	45,6	56,01460143	64,6	39,3
11	967689,315	971765,707	57,6924740	65,4	49,5	57,15994421	67,1	39,2
12	967677,091	971800,791	61,4055680	69,6	39,0	54,10448878	61,8	44,0
13	967662,803	971760,151	52,1723170	69,1	48,0	53,54715141	66,3	41,5
14	967597,56	971799,371	58,8488300	69,3	50,7	51,64144012	62,0	40,6
15	967627,633	971839,844	67,3757230	75,2	47,4	67,63595627	79,6	41,5
16	967561,77	971756,519	51,6344040	69,9	44,8	58,83727681	71,6	36,9
17	967820,691	971539,885	64,0095390	81,3	50,4	64,51624953	73,8	50,9
18	967857,958	971513,063	66,3232240	79,9	59,1	66,00916849	78,6	44,8
19	968045,323	971370,902	73,9002510	86,1	60,4	70,53531355	79,5	60,1
20	967993,586	971300,28	72,8794110	95,4	64,9	73,23159041	87,5	52,8
21	967791,265	971445,603	63,4027210	78,7	48,7	59,12285703	73,4	42,3
22	967755,192	971471,084	74,2954680	87,1	48,6	53,31107117	62,6	43,6
23	967686,238	971520,685	72,6266700	82,7	48,2	62,96705275	73,6	49,8
24	967645,268	971550,872	68,3591500	72,2	45,5	61,85023883	73,6	41,6
25	967578,01	971620,709	59,6798450	71,6	45,6	53,55385332	58,2	36,4
26	967498,821	971676,742	64,5637980	77,1	41,1	54,51809047	68,2	40,8
27	967528,521	971713,593	53,7728880	76,6	43,7	52,18102088	59,1	43,0
28	967608,098	971664,61	44,2548290	69,7	39,8	51,18798459	57,3	43,0
29	967449,822	971620,181	48,5587980	65,4	43,7	58,59669185	69,7	38,6
30	967526,568	971561,614	58,4750930	69,7	43,3	47,47417707	59,8	35,6

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
31	967636,387	971472,707	52,6562370	66,0	46,2	56,67826899	67,6	39,0
32	967611,593	971425,722	65,6063180	74,1	43,8	49,49206046	59,1	36,8
33	967498,979	971527,1	48,9866990	66,9	42,0	68,73179630	86,5	37,3
34	967407,832	971565,736	61,7297310	75,5	41,8	49,20884978	64,3	37,7
35	967355,55	971497,879	58,3956250	63,2	48,3	59,73721874	73,6	41,7
36	967622,438	971320,742	67,5815140	82,0	44,6	55,76712621	70,7	41,4
37	967852,551	971190,089	75,3997210	82,4	66,9	71,48467050	82,1	56,2
38	967909,911	971230,572	75,4763300	84,0	69,7	74,79297822	85,7	56,9
39	967864,768	971624,243	70,9108980	88,3	57,1	57,77335693	70,7	44,7
40	967845,61	971593,829	64,6082520	77,3	50,5	56,62736963	68,1	43,7
41	968152,005	970878,534	71,3981790	79,7	41,1	71,31298353	79,9	55,6
42	968115,605	970907,639	66,6482260	79,4	55,1	67,55689333	82,1	50,0
43	968021,448	970973,849	71,0740840	81,9	52,0	62,95005086	72,2	49,7
44	967928,907	971043,641	67,4414810	88,9	52,8	73,74851624	88,8	47,8
45	967809,814	971130,42	76,7846270	84,0	63,8	71,73220610	82,5	41,5
46	967769,502	971101,345	74,2731780	83,4	60,5	68,26375300	75,7	55,0
47	967878,182	970994,784	75,2932740	83,7	51,7	57,81511859	68,9	40,4
48	967973,756	970927,211	63,3732690	82,2	50,4	61,48247797	72,0	44,1
49	968101,816	970813,628	69,7815480	82,2	50,4	73,05339363	78,9	63,7
50	968068,955	970772,035	88,8109930	89,4	60,2	65,28228653	74,9	52,8
51	968051,779	970794,737	68,9707850	84,7	58,8	61,60377017	73,6	41,5
52	968038,427	970806,59	70,5264150	77,2	50,9	62,90999549	73,8	43,2
53	967928,726	970843,169	67,9535370	86,5	54,4	63,33074065	76,3	41,6
54	967829,699	970920,373	69,8100180	78,4	44,7	68,38199562	83,0	41,5
55	967721,309	971065,924	71,2157730	81,7	65,3	67,41773114	77,3	51,5
56	967813,276	970987,04	51,6215140	74,2	47,2	47,39014354	55,6	30,5
57	967765,28	970932,694	55,0124590	69,2	47,7	57,27469422	66,9	37,2
58	967637,717	971008,62	72,7208030	85,8	56,9	73,27211167	83,0	53,0
59	967564,933	970955,342	73,1458090	90,3	67,6	75,64536811	91,9	41,5
60	967656,172	970915,136	67,2268070	78,5	58,5	76,28504886	86,2	50,4
61	967701,35	970903,431	70,9238400	83,4	59,2	69,69518086	79,5	51,7
62	967740,846	970885,824	66,8198920	72,2	54,3	68,16541917	80,9	42,1
63	967776,057	970854,817	63,8793480	69,0	52,5	68,45334261	78,6	39,4
64	967871,122	970788,763	67,0262590	83,5	48,5	54,04996895	65,5	34,8
65	967810,303	970687,004	77,1213890	89,9	51,1	64,27442207	80,4	37,5
66	967869,223	970643,858	60,8500770	63,7	45,8	46,05586072	58,5	35,1
67	967838,737	970603,173	60,1265400	66,4	43,7	48,28998639	53,1	39,3
68	967817,811	970574,925	61,7465660	66,9	48,2	48,84355355	56,9	33,9

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
69	967875,302	970507,37	78,0287290	90,3	50,8	67,75372795	83,1	43,7
70	967759,995	970617,662	66,3035530	84,6	53,0	64,73760523	75,9	39,2
71	967765,958	970649,451	67,8061200	77,3	53,4	55,66074413	70,1	34,2
72	967682,763	970742,73	72,2590270	80,2	51,8	53,03931384	65,4	34,6
73	967716,596	970803,442	81,5266390	91,6	48,9	55,28099127	64,8	34,8
74	967685,844	970831,128	59,5902300	72,4	51,4	60,57772328	72,7	37,3
75	967659,644	970853,895	61,4768570	76,7	55,0	69,89194831	80,6	43,0
76	967628,059	970881,929	75,1543440	82,5	56,6	73,42228535	84,6	41,5
77	967540,533	970937,86	73,4863410	88,6	67,1	73,30239105	86,8	52,0
78	967590,297	970854,763	73,8512840	82,3	60,3	67,84000477	77,2	48,8
79	967616,126	970800,904	71,9014340	77,3	61,2	65,91496095	77,9	45,8
80	967635,912	970760,148	81,9792750	93,1	62,3	63,83785110	74,8	46,2
81	967658,706	970714,553	74,3396000	88,5	64,6	67,70266822	79,3	47,5
82	967767,346	970510,735	72,1444900	83,0	60,2	70,75922040	81,2	41,4
83	967882,964	971829,828	84,3969800	95,8	65,8	74,37792846	90,0	49,2
84	967506,72	971988,237	74,7766540	85,4	65,0	73,56558772	89,3	61,3
85	967221,477	972080,077	75,4145450	82,7	64,2	68,27357117	76,9	52,8
86	967221,958	972124,384	61,1909350	77,6	51,1	58,09318704	66,8	39,2
87	967220,595	972169,977	61,4580980	70,9	54,3	57,61740066	71,2	41,8
88	967220,796	972211,972	56,2894640	91,9	48,4	58,62759472	69,8	39,6
89	967221,263	972255,584	64,1505550	78,9	50,1	68,39829415	82,4	45,0
90	967188,361	972315,933	72,2007650	83,2	46,1	60,03361183	74,2	45,7
91	967176,384	972345,245	57,2900050	76,8	46,5	59,20074493	75,6	39,6
92	967174,766	972389,252	52,8489870	70,6	43,3	62,63437079	78,9	42,2
93	967198,397	972496,035	54,5711010	75,5	46,4	60,11477921	71,1	48,1
94	967209,739	972459,654	52,8019630	80,7	50,9	53,57408414	59,9	48,8
95	967230,773	972408,548	53,2093760	80,1	51,2	57,52496474	67,2	50,9
96	967267,908	972394,25	52,8142200	73,4	51,1	55,66419974	59,5	48,2
97	967298,689	972353,539	55,3693230	62,3	53,0	56,68118924	61,6	51,8
98	967276,845	972304,687	51,7702410	71,2	46,0	53,27427295	64,7	41,8
99	967238,614	972320,122	52,7803920	66,2	48,0	47,62955659	55,0	39,3
100	967200,934	972335,334	51,1845310	64,2	46,7	51,09547793	61,8	45,8
101	967124,117	972394,171	57,6439220	67,5	47,1	55,49796104	69,8	42,6
102	967163,025	972246,302	71,3161080	80,9	43,8	53,58970939	65,2	30,1
103	967134,154	972208,252	64,8151970	73,1	47,8	60,89307651	77,6	37,9
104	967136,392	972160,408	65,0018720	77,6	51,4	54,03196495	65,3	42,1
105	967104,736	972071,189	70,7432930	84,6	64,1	70,56420816	84,0	44,9
106	966960,15	972068,402	72,7646390	84,1	56,6	68,34723893	82,3	53,3

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
107	966932,548	972141,521	63,6989030	77,4	52,8	63,30238934	73,3	50,6
108	966923,101	972187,01	55,0660460	68,4	49,7	54,49446475	61,6	41,8
109	966868,911	972326,51	67,1406540	73,5	55,1	59,62809020	69,5	47,3
110	966859,324	972366,957	55,8742460	71,1	50,1	61,89804919	77,5	42,2
111	966841,291	972403,147	49,7874210	67,3	47,1	48,32562460	56,3	39,9
112	966820,882	972442,928	60,9483920	68,3	51,6	59,32891986	69,6	41,8
113	966799,119	972482,594	55,3190750	70,6	48,2	57,15262507	66,6	45,6
114	966785,496	972501,096	59,8775550	72,2	48,5	55,95910796	69,1	40,7
115	966752,158	972551,103	53,5634190	73,0	48,6	50,52646781	57,3	41,0
116	966732,985	972594,76	65,6438750	76,6	51,8	62,26027897	72,8	46,5
117	966724,352	972579,037	52,6655290	66,1	47,1	51,59535424	56,8	41,5
118	966667,031	972536,654	62,4399520	69,0	52,0	59,78105501	71,0	46,7
119	966646,514	972571,534	64,2062690	84,0	47,5	62,65560646	74,3	41,5
120	966677,91	972602,505	71,8185920	80,5	54,6	73,50607391	89,4	48,2
121	966710,181	972605,947	66,8751090	72,4	48,5	64,72911838	70,2	43,8
122	966733,113	972609,783	67,1632880	74,7	50,1	50,17065662	55,1	45,2
123	966758,922	972641,444	64,5005950	83,5	53,2	74,08821417	88,8	42,0
124	966891,477	972793,332	56,8559100	63,6	47,8	74,19783463	87,0	34,9
125	966781,175	972571,095	56,7981160	64,2	50,8	56,46632366	70,5	39,6
126	966819,47	972550,872	79,1196550	91,6	47,8	54,02228626	61,4	47,0
127	966682,559	972685,252	57,1626550	77,0	50,8	59,10353533	65,8	45,7
128	966610,897	972744,538	64,1889980	70,6	54,3	58,33821681	68,9	42,9
129	966527,335	972709,296	65,6755750	82,4	53,0	62,77597933	71,2	52,5
130	966588,866	972591,5	69,9906220	82,4	56,4	63,69510614	70,7	41,9
131	966622,349	972624,28	57,7209540	86,0	46,6	64,43929764	76,2	41,5
132	966649,829	972651,207	62,5621530	70,4	52,8	56,06271308	60,7	47,5
133	966618,196	972557,104	76,6234600	84,6	62,3	71,63467906	84,4	57,0
134	966680,274	972425,546	69,8429420	78,9	62,1	69,54958540	80,2	46,2
135	966706,838	972384,23	81,2281920	89,9	60,4	69,67762637	79,8	54,9
136	966784,94	972411,841	73,0692800	77,5	57,6	62,19630080	78,8	39,7
137	966838,294	972312,018	63,0587670	71,8	54,1	57,51084454	68,9	42,4
138	966806,454	972280,608	71,5856440	79,3	56,3	62,60373962	72,6	46,8
139	966768,647	972261,019	67,4721140	83,9	61,6	67,14704014	78,1	53,1
140	966830,638	972140,734	69,3447590	79,8	60,5	63,26951487	74,0	47,6
141	966868,116	972159,418	67,8368470	76,9	56,0	55,16808146	64,7	34,9
142	966905,354	972177,227	55,1919910	69,3	51,8	58,74282941	68,5	38,8
143	966856,081	972101,575	71,0819450	85,1	56,9	69,71690209	78,3	49,6
144	966870,058	972080,186	75,2569280	88,9	60,2	70,21033197	84,7	50,4

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
145	966836,939	972061,06	77,0100730	85,1	41,5	77,70053799	88,7	55,4
146	966873,287	971894,363	79,4822510	87,4	41,5	78,37408696	89,4	56,8
147	966842,318	971637,549	82,0098120	93,2	45,8	71,28564022	80,6	58,4
148	966795,709	971307,619	76,9223270	87,6	49,4	67,34657214	77,0	41,5
149	966697,614	970768,955	76,4139150	87,3	63,8	75,32670830	87,9	61,6
150	966469,865	970535,102	74,0987030	85,4	42,8	68,93345391	83,1	45,4
151	965800,354	969994,941	47,4734180	80,6	38,2	48,77375896	57,3	44,9
152	966079,189	970225,358	60,5318100	72,3	46,2	44,74825629	49,9	34,6
153	966593,269	970629,713	47,5063970	81,6	62,5	71,45989058	82,7	56,2
154	966801,721	970405,487	77,3727980	86,8	54,2	66,25188827	82,2	32,2
155	966865,401	970271,243	51,5353020	61,5	46,3	58,30539038	73,7	38,3
156	966917,034	970131,835	59,5937670	88,6	37,7	56,83124526	73,1	38,4
157	966984,851	969935,584	44,7223540	79,5	40,7	41,15447102	48,4	34,9
158	967240,597	970050,944	76,0056010	86,4	41,5	47,34506617	61,9	37,6
159	967216,502	970102,577	56,3410780	72,5	43,6	43,13204295	51,7	32,1
160	967288,788	970112,903	51,8338670	72,6	43,8	54,87666198	66,4	32,7
161	967269,856	970207,563	58,6728190	78,2	45,9	44,33867517	52,7	34,2
162	967207,036	970428,722	63,3515090	82,3	50,1	48,29711535	58,6	31,9
163	967171,754	970668,813	64,6837640	77,9	51,2	50,95233320	63,0	37,2
164	967245,761	970689,466	63,4669240	71,2	52,7	64,56694011	76,9	46,1
165	967206,356	970826,057	75,9693690	92,7	69,9	74,93895305	85,9	43,8
166	968004,191	970311,914	68,4510590	82,3	53,8	76,35278590	91,6	31,5
167	967903,969	970377,705	76,8990250	85,7	54,8	75,31659100	89,1	46,4
168	967862,58	970302,404	53,0663730	69,8	46,4	52,47075033	58,7	47,5
169	967824,49	970326,997	57,8745070	68,7	49,3	53,93826193	65,9	31,1
170	967799,895	970343,722	67,8517630	77,4	54,1	62,08149994	72,8	32,5
171	967737,35	970175,409	63,4670730	75,9	50,6	59,27860360	73,0	33,1
172	967812,366	970154,074	67,3519540	74,8	45,2	63,09144658	78,3	31,6
173	967797,935	970066,417	68,4144760	75,8	48,4	58,45312828	72,5	36,4
174	967719,274	970078,086	73,9981730	86,4	46,1	67,38179292	84,2	44,1
175	967584,702	970098,391	65,8846060	73,2	51,8	55,52467833	67,6	30,2
176	967446,597	970111,893	58,9926160	82,9	43,7	42,42746975	48,4	36,4
177	967429,719	970218,9	67,5142630	79,9	43,3	57,55640750	69,9	40,6
178	967442,715	970532,975	72,1578360	84,7	43,3	61,05834528	74,1	33,0
179	967339,175	970863,995	75,3151150	83,6	65,1	71,27661184	80,7	39,3
180	967284,553	970884,841	80,1418260	92,0	66,9	67,11938341	76,4	38,0
181	967327,638	971132,073	57,3250460	63,6	47,5	44,91936427	57,7	31,3
182	967243,779	971114,016	52,2569860	63,3	47,1	43,26370349	55,4	30,2

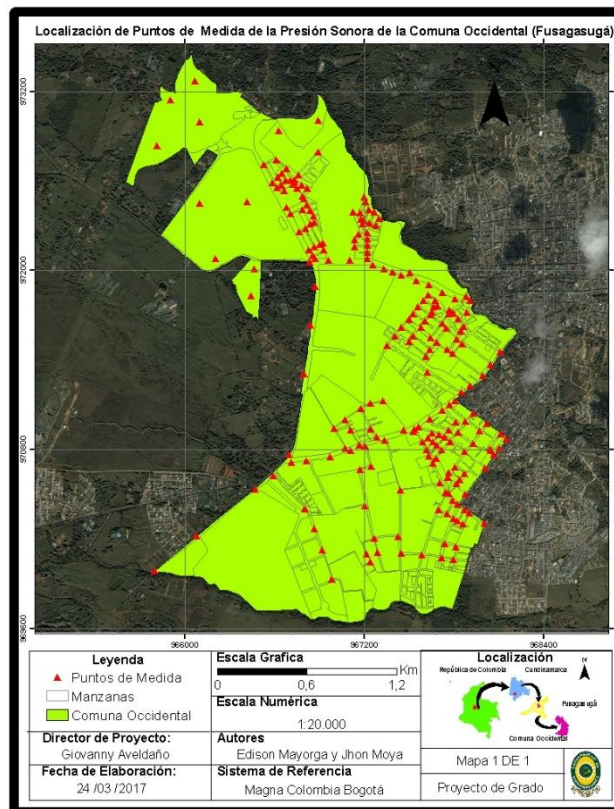


ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
183	967179,183	971077,483	53,3473940	82,8	44,2	56,62810809	73,1	33,0
184	967074,446	971000,808	49,6165710	70,7	46,5	47,81637812	55,6	33,0
185	966997,836	970945,906	69,0588140	78,9	50,1	56,45534654	68,0	38,3
186	967072,03	970812,044	70,8190840	81,5	62,8	70,05555985	84,0	38,8
187	967170,715	970834,463	70,5944550	89,7	65,0	73,43484456	88,0	39,6
188	967110,913	970932,981	59,3716570	80,3	48,3	58,47867557	69,6	34,0
189	967240,559	970938,603	68,9185930	79,3	55,8	53,25887255	63,4	38,2
190	967462,508	970935,814	75,9030840	93,5	48,2	71,60381480	85,3	40,2
191	967525,591	970923,388	76,4294220	84,9	66,6	71,60507105	82,6	49,2
192	967707,993	970580,689	75,7790490	84,2	62,6	70,36243387	80,7	36,1
193	967745,304	970516,435	74,1967080	84,5	56,9	69,17380536	83,5	37,6
194	967698,406	970401,185	71,0273110	77,8	53,4	62,53454165	75,1	36,9
195	967752,62	970372,787	63,4468720	74,1	50,5	47,88136812	57,1	30,0
196	967790,484	970461,423	71,1640410	92,1	41,5	76,64401141	90,0	41,5
197	967825,088	970436,826	77,6921230	85,0	56,9	71,44240031	82,7	43,0
198	967869,691	970400,434	74,6450050	83,9	65,5	69,99180439	79,6	38,5
199	968108,301	971459,823	75,6750520	83,9	65,5	73,38150032	86,2	53,0
200	968006,91	970682,367	72,5295360	79,4	60,6	54,91432570	66,1	35,6
201	966443,654	971834,006	55,0045320	64,1	43,1	50,612456	65,3	40,1
202	966467,466	972011,278	55,4001220	62,2	42,6	50,127643	62,2	38,1
203	966100,885	972453,53	54,9763210	61,1	42,7	50,414568	61,1	36,4
204	966204,073	972080,466	55,5321480	60,9	41,4	50,129788	60,9	37,6
205	966204,073	972080,466	56,0002130	62,1	42,4	51,543544	62,1	38
206	966415,74	972464,113	54,8976540	64,6	45,0	49,886543	64,6	39,7
207	965812,489	972837,176	55,4321670	62,1	45,1	48,986126	62,1	39,5
208	966066,489	973271,094	54,8456710	62,1	42,9	48,965235	62,1	40,1
209	966066,489	973271,094	54,1202340	61,6	44,4	50,312976	62,3	40
210	966098,239	972995,926	54,4023120	62,6	45,8	50,521346	60,5	40,9
211	965905,093	973144,093	55,3167890	60,9	41,1	49,995612	60,2	36,7
212	966630,053	972937,718	54,8012670	60,1	43,2	50,985555	60,1	39,9
213	966891,991	973009,156	56,5002310	60,1	45,5	49,986542	59,9	38,8
214	967256,059	972037,404	72,5155520	73,7	41,5	73,689137	76,5	62,5
215	967334,28	972013,111	73,9172640	84,8	57,0	70,568947	75,5	60,1
216	967388,729	971991,039	72,0461020	78,5	51,3	73,158971	78,4	60,3
217	967446,624	971970,305	71,5236000	84,3	48,1	72,784662	78,5	61,1
218	966715,695	970716,618	68,4843990	76,2	57,5	73,487147	79,7	64,6
219	966816,07	970730,12	73,9416590	89,8	52,5	71,687451	80,1	60,7
220	966970,125	970754,025	72,2767060	89,4	55,6	74,145788	79,4	57,8

ID	COORDENADAS		HORARIO DIURNO			HORARIO NOCTURNO		
	ESTE	NORTE	NIVEL	MAX	MIN	NIVEL	MAX	MIN
221	967111,399	970795,999	71,6178870	80,8	51,7	72,568777	80,4	54,6
222	967549,304	971935,437	73,5896400	85,3	66,7	67,294652	79,6	53,2
223	967632,775	971906,126	70,6594500	80,3	68,7	70,581388	78,9	51,3
224	967724,512	971854,424	76,5324500	82,6	64,3	73,254659	79,8	49,6
225	967808,788	971811,763	71,3644800	75,3	62,5	71,654898	75,6	62,5

Tabla 11. Localización y determinación de los niveles de presión sonora  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

A continuación se visualiza la localización geográfica de los 225 puntos medidos tanto en horario diurno como nocturno los cuales fueron obtenidos de las coordenadas Planas Gauss Kruger de la tabla anterior.



Mapa 2 Localización de puntos de medida de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental (Fusagasugá).  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

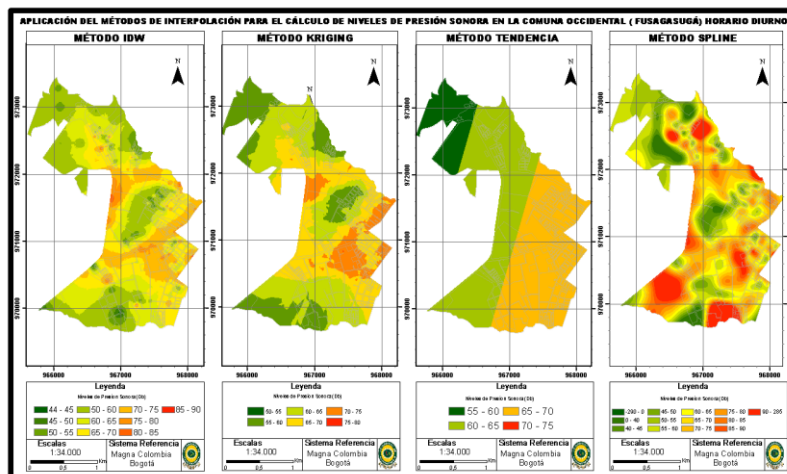
Del mapa anterior se puede observar que existe una mayor concentración de datos en la parte Centro-Este de la comuna, ya que estos lugares presentan una mayor densidad poblacional en comparación al resto, lo que implica que existan un mayor número de edificaciones y de manzanas. En cambio las partes Norte-Oeste y Centro-Oeste disminuyen debido a que sus



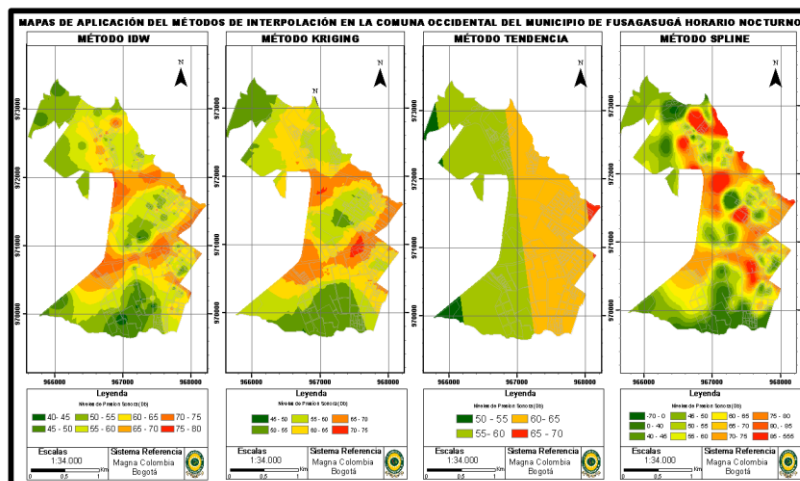
esquinas se encuentran más distantes entre sí o simplemente existen pocas como lo es el caso Noroeste.

## 8.2. RESULTADO DE LAS INTERPOLACIONES

En seguida se observa los resultados obtenidos al aplicar los diferentes métodos de interpolación para calcular o predecir los niveles de presión equivalentes en todo el territorio de la comuna occidental en los dos diferentes horarios;



Mapa 3 Comparaciones de los diferentes métodos de interpolación en horario diurno  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

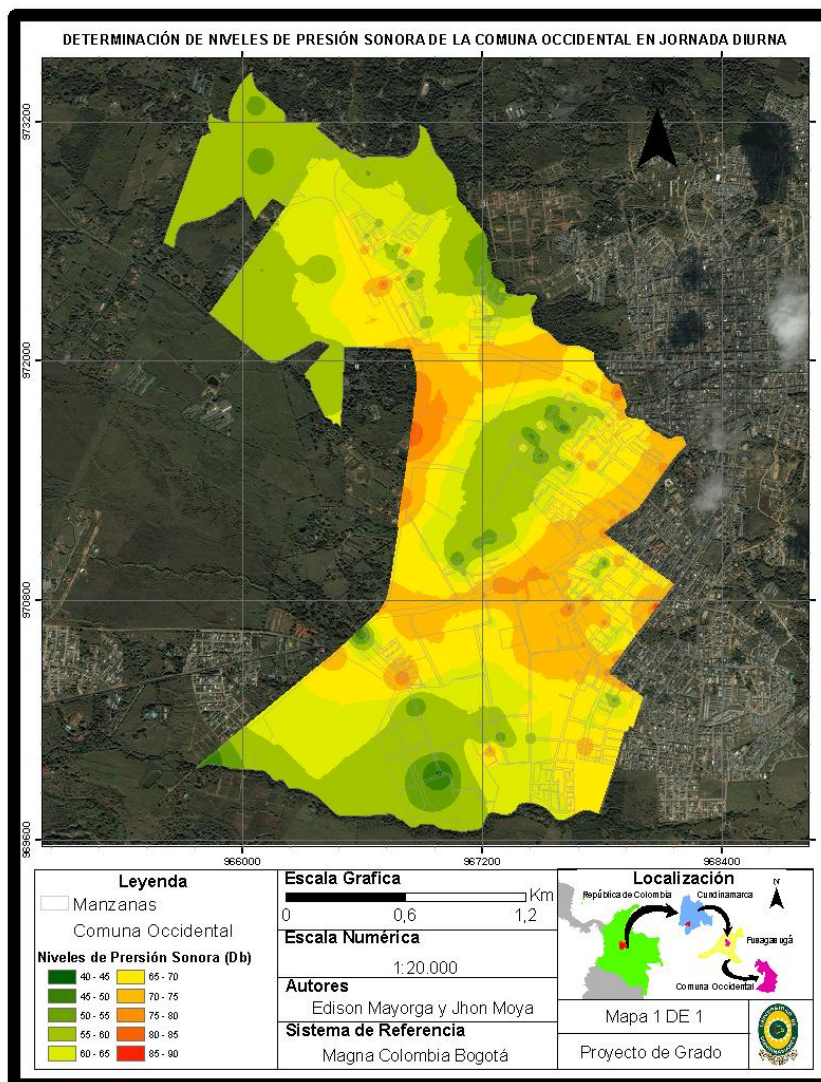


Mapa 4. Comparaciones de los diferentes métodos de interpolación en horario nocturno  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

De los resultados anteriores, el método que ofrece mejor ajuste espacial en la distribución de los niveles de presión sonora en la comuna tanto en el horario diurno como en el nocturno, corresponde al IDW, ya que este método le da mayor peso a los valores que se ubican más

cerca y menos a los más lejos, lo que es coherente con la realidad, puesto que el recorrido de viaje que realiza la onda sonora se percibe con mayor intensidad en los puntos más cercanos a la fuente emisora, con respecto a aquellos lugares que se encuentran más distanciados de la fuente.

A continuación se puede ver la representación cartográfica del método de interpolación que mayor confiabilidad ofreció para el cálculo de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá realizado con los doscientos veinticinco puntos, tanto en el horario diurno como nocturno:



Mapa 5. Determinación de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental en la jornada diurna.  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Por medio del mapa anterior se puede apreciar como las vías principales de la Comuna como la Avenida Panamericana, la Avenida Manuel Humberto Cárdenas Vélez, la calle 22 y la avenida

las Palmas presentan la mayor cantidad de niveles de presión sonora, esto se debe a la gran cantidad de tráfico vehicular que circula durante el día por dichas vías, también se puede observar como aquellos lugares que se encuentran más alejadas de estas carreteras presentan menores Intensidades Sonoras. El rango de nivel predominante es el de 55 – 60 db abarcando 1.21 km<sup>2</sup>, que corresponden al 23.098% del área total de la comuna, los rangos que van desde 55 hasta 70 db ocupan más del 60% del área, por lo tanto existe una mayor concentración de los datos en estos tres intervalos, los dos primeros y los últimos grupos de LAeq (40 – 45, 45- 50 y 80-85, 85-90) son lo que ocupan menor espacio dentro de la comuna, representando únicamente el 0.664% del área.

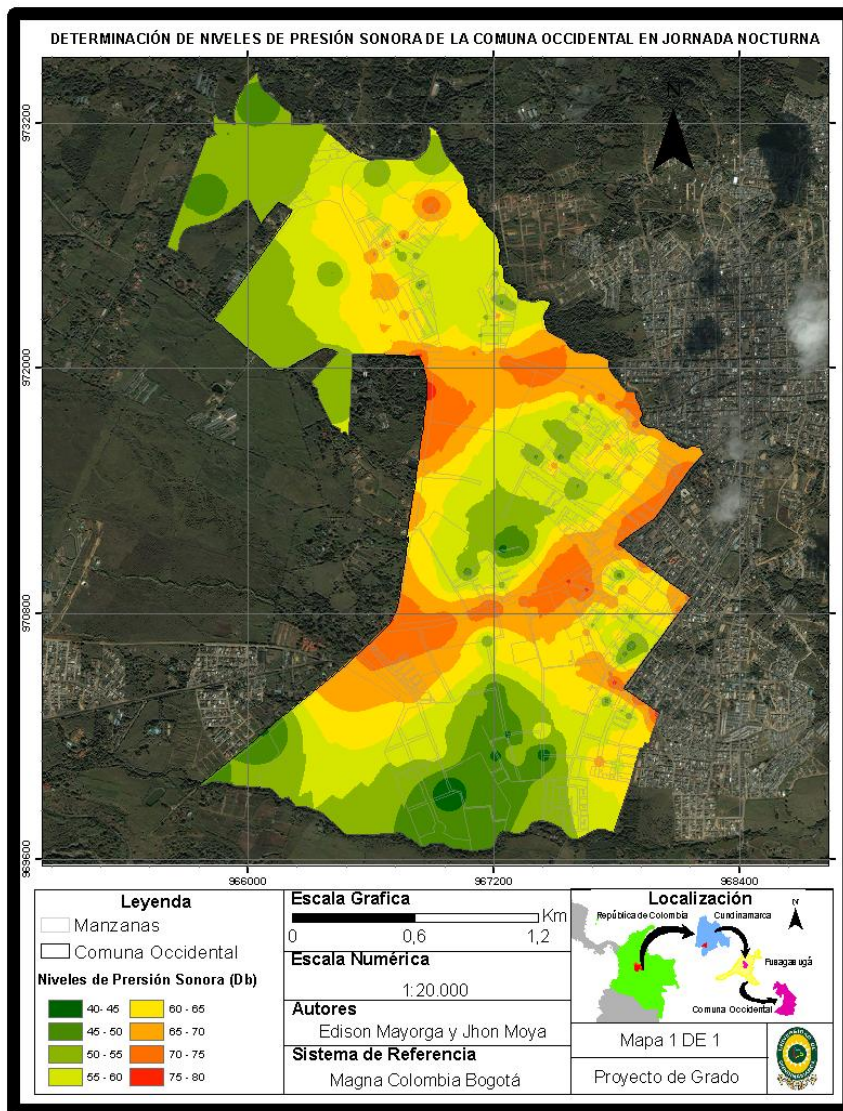


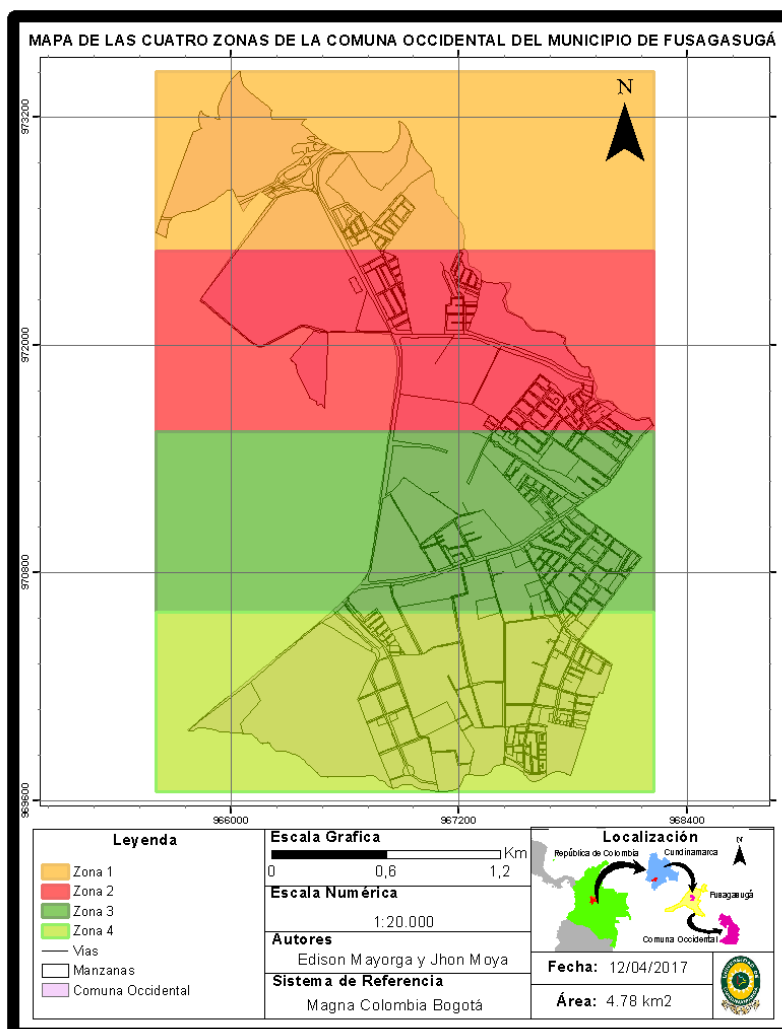
Tabla 12. Determinación de los niveles de presión sonora de la Comuna Occidental del horario nocturno  
 Fuente: Elaboración integrante del Proyecto



Del mapa anterior se puede analizar que junto al de la jornada diurna las vías principales presentan los mayores LAeq aunque para este caso disminuyen un intervalo aproximadamente de 10 db, además se puede visualizar algunos lugares como carrera sexta con calle 25 (Punto 174), el sector de la rotonda (Punto 60), la Transversal 24ª finalizando el conjunto multifamiliar el Comboy (Punto 124) se encuentran un poco apartados de la vía y aun así presentan intensidades sonoras altas, la parte sur de la Comuna presenta los menores niveles de presión sonora. Los intervalos que van desde el 50 hasta el 70 db representan el 83.5% del área total del sitio en estudio, donde el rango más predominante es el de 55 hasta 60 db con el 26.78%.

### 8.3. RESULTADO DE LA DIVISIÓN DE LAS ZONAS DE LA COMUNA

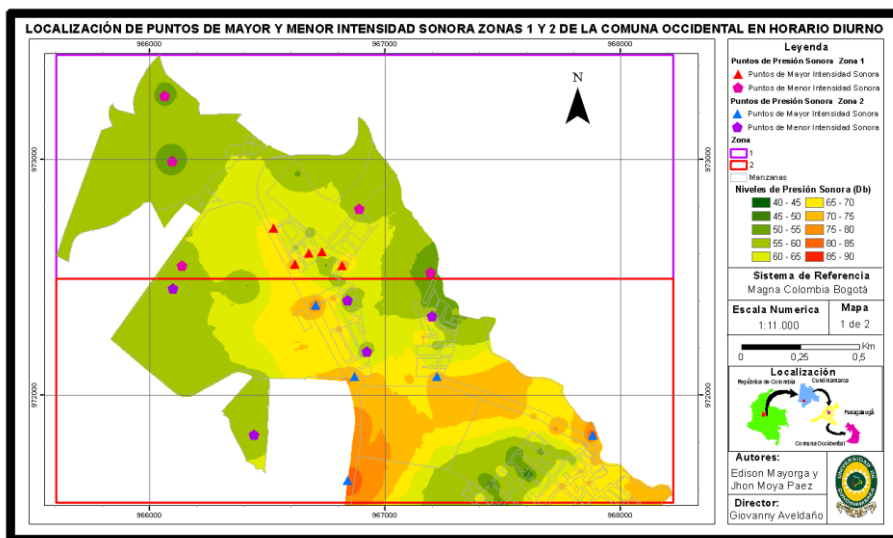
En seguida se puede apreciar la división de la comuna en las cuatro zonas que permitió lograr una mejor distribución espacial de los puntos críticos y de menor intensidad:



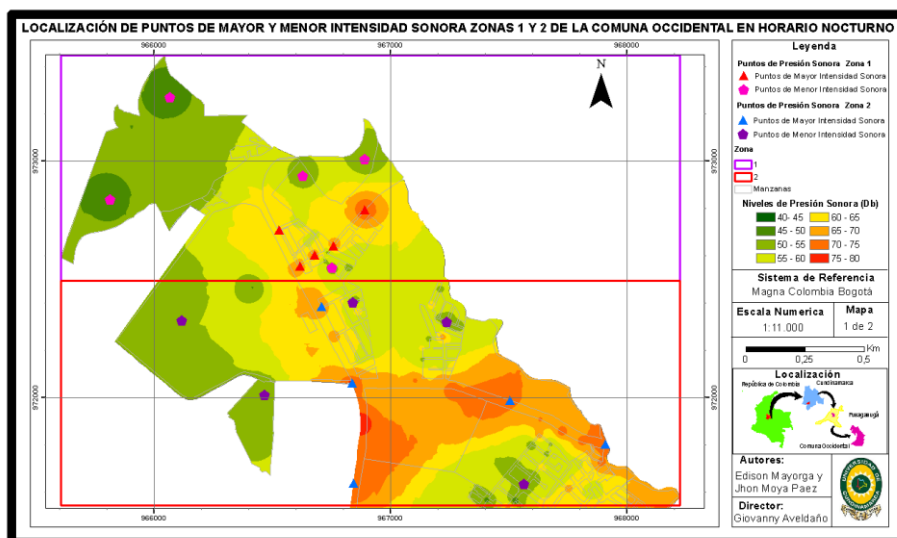
Mapa 6. Mapa de la división en cuatro zonas de la comuna  
Fuente: Elaboración integrante del Proyecto

### 8.4 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS QUE PRESENTARON MAYOR Y MENOR INTENSIDAD SONORA EN LAS CUATRO ZONAS DE ESTUDIO.

A continuación se visualizan cuarenta puntos, de los cuales veinte corresponden a los de mayor intensidad y los otros restantes a los de menor:



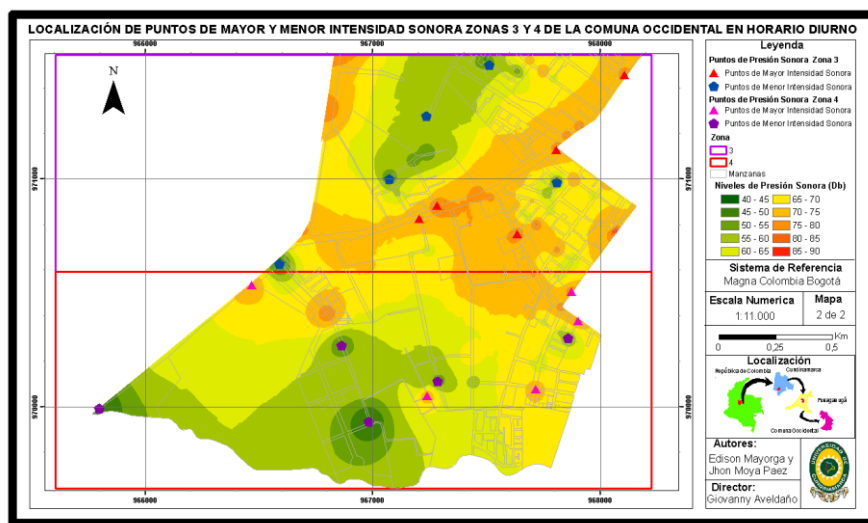
Mapa 7 Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 1 y 2 horario diurno  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto



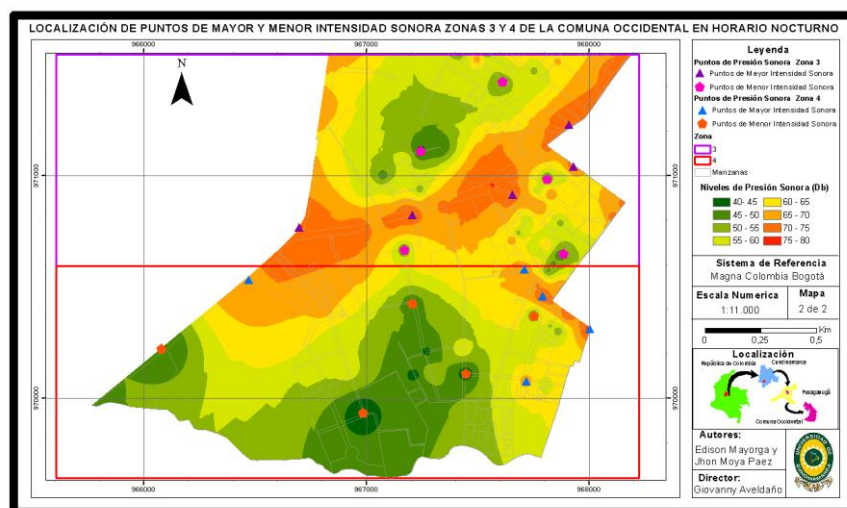
Mapa 8. Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 1 y 2 horario nocturno  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

En los mapas anteriores al contrastarse las dos zonas se determinó que la parte Noreste presenta una diferencia en los LAeq de los dos horarios, donde el día posee menos niveles de

intensidad que en la noche, esto se debe a que los lugares son poco frecuentados por vehículos durante la jornada diurna, mientras que en la noche aumentan un poco más los niveles de intensidad sonora debido a que existe la presencia de tiendas que prestan el servicio de expendido de bebidas alcohólicas y salones comunales que son empleados para la realización de eventos y celebraciones. La parte Noroeste disminuye su actividad entre 5 db y 10 db en la noche con respecto al día, este acontecimiento se debe a que la zona posee áreas de pastizales con baja actividad poblacional. En la parte sur del mapa las vías principales mantienen valores de LAeq constantes en las dos jornadas, aunque en la noche disminuye el tránsito vehicular este se mantiene casi igual debido a que los automóviles aumenten su velocidad, lo cual ocasiona que incremente el ruido.



Mapa 9 Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 3 y 4 horario diurno  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto



Mapa 10. Localización de puntos que presentan mayor y menor intensidad sonora zona 3 y 4 horario nocturno  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Al realizar la comparación de las zonas tres y cuatro en los dos diferentes horarios se identificó que la parte Sureste tanto en la jornada diurna como nocturna son los lugares que presentan la menor intensidad sonora, aunque en la noche disminuye aún más. En la parte central de los mapas anteriores se logran percibir unas variaciones en los LAeq debido a que existen la presencia de bares localizados en diferentes sectores haciendo que aumente los niveles de presión sonora en el horario nocturno, como lo es el caso del lugar denominado como la Rotonda y la intersección de la calle 22 con carrera sexta.

### 8.5. RESULTADOS DEL REGISTRO DE LOS PUNTOS DE MAYOR Y MENOR INTENSIDAD

Al medir y calcular los LAeq de los 20 puntos que presentan las mayores intensidades sonoras y los 20 puntos que presentaron las menores intensidades, los cuales se encuentran distribuidos espacialmente en las cuatro zonas, cumpliendo con lo establecido en las etapas 4, 5, y 6 dieron los siguientes resultados que se pueden resumir en las siguientes tablas;

ID	HORARIO DIURNO					HORARIO NOCTURNO				
	COORDENADAS		LAeq	MÁX.	MÍN.	COORDENADAS		LAeq	MÁX	MÍN
	ESTE	NORTE				ESTE	NORTE			
1	967809,81	971130,42	73,64165261	76,1	30	967908,50	971802,44	69,29921947	91,3	56,2
2	967875,30	970507,37	73,45477808	82,3	63,7	967909,91	971230,57	67,177711	86,9	59,4
3	967635,91	970760,15	70,38991805	91,9	58,4	967928,91	971043,64	64,70604796	91,6	44,3
4	967882,96	971829,83	74,00011234	89,8	63,5	967656,17	970915,14	74,01900772	83,8	60,6
5	967221,48	972080,08	73,45477808	82,3	63,7	967506,72	971988,24	60,92284144	82,7	38,2
6	966677,91	972602,50	62,44732478	78,7	49,5	966677,91	972602,50	59,44999001	70,5	41,2
7	966733,11	972609,78	60,28323952	79,3	45,9	966758,92	972641,44	51,90402589	66	40,7
8	966819,47	972550,87	59,22367101	74	41,7	966891,48	972793,33	53,71281245	61	45,7
9	966527,34	972709,30	72,03256002	88,5	53,9	966527,34	972709,30	66,60117015	85,4	48,1
10	966618,20	972557,10	70,90445705	86,3	55,6	966618,20	972557,10	69,06245473	86,5	52,6
11	966706,84	972384,23	73,59616443	89,7	55,7	966706,84	972384,23	67,5723126	86,3	44,9
12	966870,06	972080,19	72,17425274	85,1	63,7	966836,94	972061,06	70,59295094	91,9	43,5
13	966842,32	971637,55	74,92211782	92,2	55	966842,32	971637,55	65,37568348	79,9	49,1
14	966469,87	970535,10	71,31072786	84,1	59,4	966697,61	970768,95	63,33761519	79,8	49,1
15	967240,60	970050,94	57,57040878	117,6	40	966469,87	970535,10	66,89520604	91,1	50,7
16	967206,36	970826,06	73,5298885	83,7	51,8	967206,36	970826,06	69,09179186	92	46,6
17	967903,97	970377,71	71,23414379	85,7	56,2	968004,19	970311,91	68,79322376	124,1	41,4
18	967719,27	970078,09	63,28657733	80,9	50,9	967719,27	970078,09	60,80415498	74,9	47,6
19	967284,55	970884,84	72,23873677	88	51,8	967745,30	970516,43	67,89347877	124,1	33,6
20	968108,30	971459,82	71,2926216	91,9	54,3	967790,48	970461,42	73,38724001	104,6	50,7



Tabla 13. Localización y determinación de los niveles de presión Sonora de los puntos críticos.

Fuente: Elaboración integrante del Proyecto

Igualmente se puede observar en la siguiente tabla las coordenadas, los niveles de presión sonora equivalentes de los puntos que presentaron menor intensidad en las cuatro zonas de la comuna

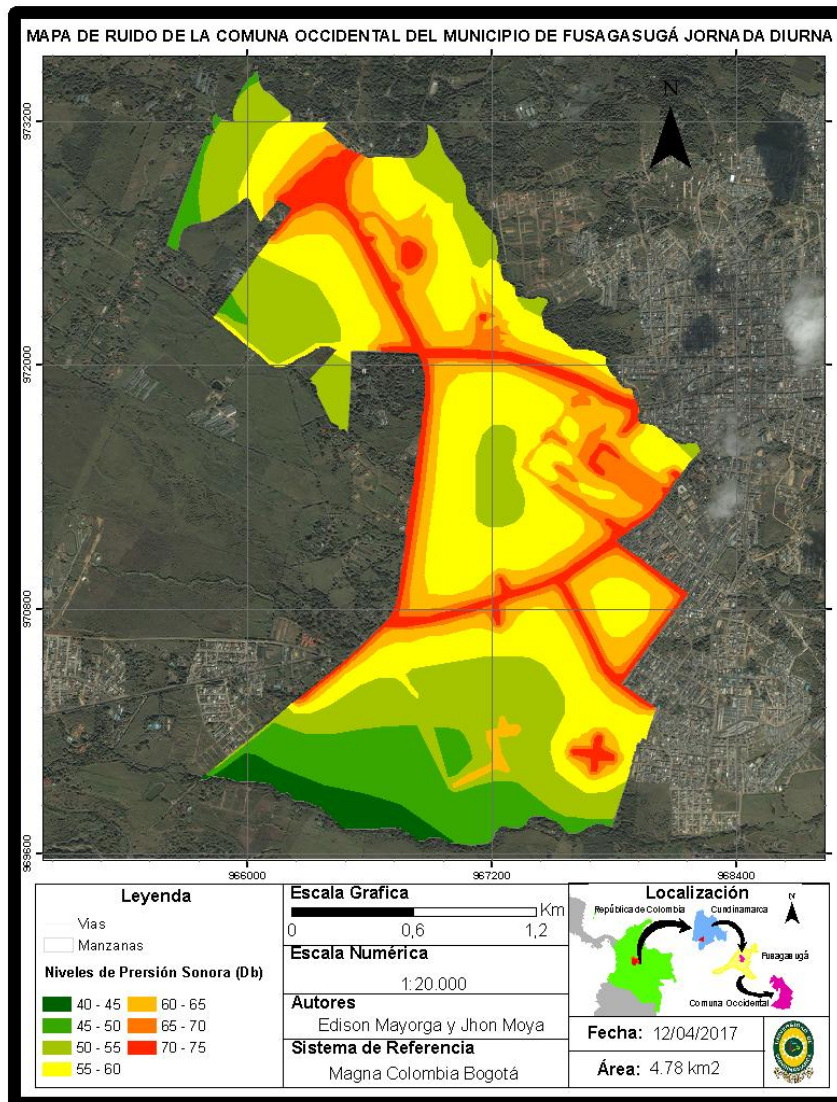
ID	HORARIO NOCTURNO					HORARIO DIURNO				
	COORDENADAS		LAeq	MÁX	MÍN	COORDENADAS		LAeq	MÁX	MÍN
	ESTE	NORTE				ESTE	NORTE			
1	966066,4894	973271,09	40,6486566	56,2	31,6	966066,49	973271,09	42,68721569	57,6	32,1
2	965812,4889	972837,18	38,5473248	50,1	30,2	966098,24	972995,93	57,06432799	68,7	37,8
3	966891,9911	973009,16	42,445145	55,5	32,8	966891,48	972793,33	58,39754879	67,9	37,6
4	966752,1584	972551,1	53,04256	60,1	45,1	967194,63	972521,11	50,04578313	60,1	34,9
5	966630,053	972937,72	48,0045578	55,8	35,7	966140,13	972551,01	57,86045268	65,9	36,3
6	967238,6136	972320,12	50,4042171	58,1	40,6	967200,93	972335,33	60,78564355	70,7	45,9
7	966841,2913	972403,15	49,2341438	55,7	36,7	966841,29	972403,15	62,78780579	74,3	55,6
8	966467,4662	972011,28	44,9002338	56,7	35,5	966100,89	972453,53	54,08457854	60,6	40,1
9	967564,8711	971634,33	52,6534447	59,9	40,1	966443,65	971834,01	52,01367659	61,5	42,5
10	966117,9303	972325,35	42,6672379	55,8	33,5	966923,1	972187,01	62,62561287	70,1	49,7
11	967243,7793	971114,02	43,0162095	58,4	33,7	966593,27	970629,71	67,01268655	74,8	50,1
12	967885,074	970652,12	52,801784	60,5	37,1	967516,26	971500,87	65,75128946	73,7	50,6
13	967813,2758	970987,04	52,6310863	60,1	39,2	967074,45	971000,81	57,36864578	69,7	47,6
14	967611,5929	971425,72	43,9055633	58,7	34,6	967813,28	970987,04	62,89578525	70,3	50,2
15	967171,7539	970668,81	52,5547862	57,1	40,5	967239,4	971279,09	53,96737439	67,4	30,6
16	966984,8505	969935,58	37,1864787	50,5	30,4	966984,85	969935,58	54,86854735	69,8	40,1
17	967446,5972	970111,89	55,0478591	65,4	40,6	965800,35	969994,94	45,86546432	59,7	33,1
18	966079,1895	970225,36	35,964081	53,7	30	966865,4	970271,24	53,78545648	68,7	47,4
19	967752,6197	970372,79	54,4398751	60,4	38,7	967288,79	970112,9	52,67076764	69,8	40,6
20	967207,0361	970428,72	44,9863244	60,6	33,9	967862,58	970302,4	58,96546759	69,7	46,5

Tabla 14. Localización y determinación de los niveles de presión Sonora de los puntos críticos.

Fuente: Elaboración integrante del Proyecto

## 8.6. RESULTADO DE LOS MAPAS DE RUIDO

Cumpliendo lo establecido durante la etapa 7, se generaron los mapas de ruido para la jornada diurna y nocturna, que se pueden ver a continuación, en el cual el color rojo representa los intervalos con las intensidades sonoras más altas y color verde representan las intensidades más bajas de la Comuna Occidental



Mapa 11. Mapa de ruido horario diurno.  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Este mapa realizado con el software especializado para realizar cartografías de ruido refleja como las vías presentan los mayores índices de LAeq, mientras que los sectores que se alejan espacialmente de las dichas carreteras presentan menores intensidades sonoras y viceversa, pero también se puede apreciar la excepción de dos sectores la carrera sexta con calle 25 (Punto 174) y la transversal 24<sup>a</sup> con diagonal 2c (Punto 122). El grupo de color amarillo que corresponde al rango de 55 – 60 db, es el que ocupa mayor espacio, abarcando 1.45 km<sup>2</sup> que representa el 30.43% del área total de la Comuna, los datos que menor espacio ocupan son los intervalos 40-45 y 70-75 db que enmarcando el 0.48% de la zona de estudio. A continuación se muestra el diagrama de barras que representan las áreas con los intervalos de presión sonora en el horario diurno:

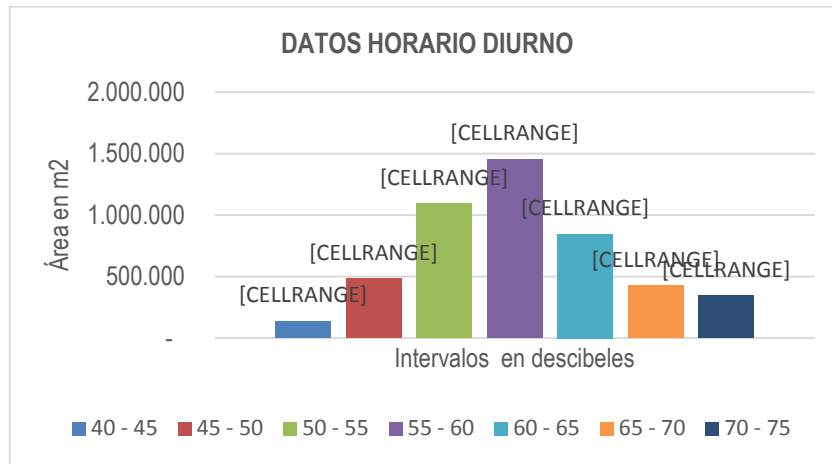
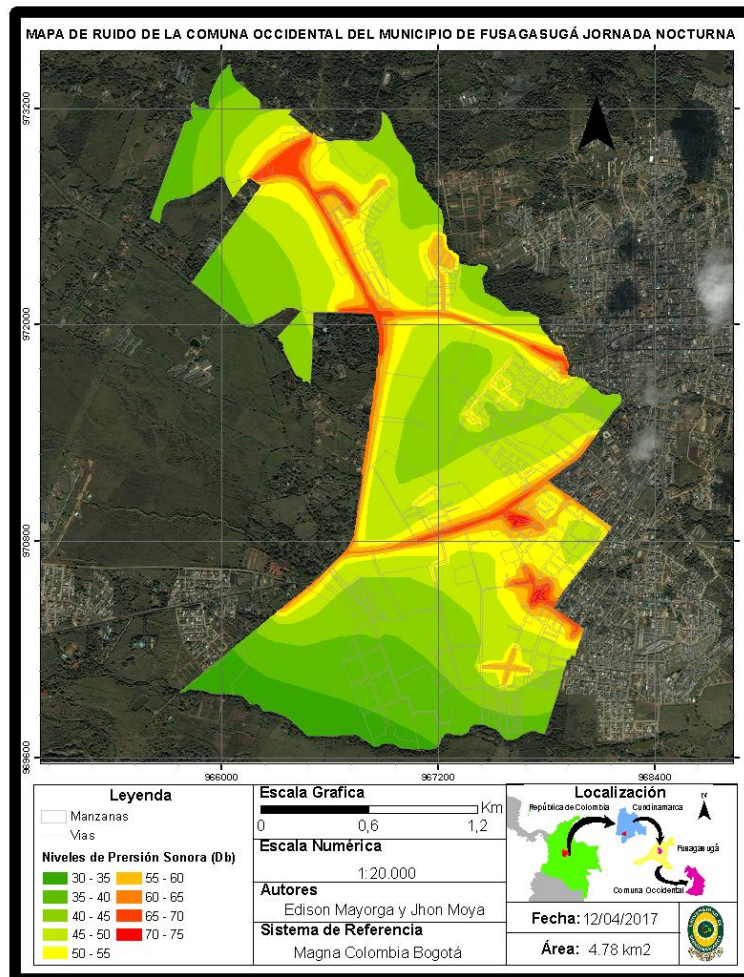


Figura 7. Diagrama de barras con las áreas de los intervalos de presión sonora horario diurno.  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto



Mapa 12. Mapa de ruido horario nocturno  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Igualmente que lo reflejado en el mapa de día el comportamiento de la presión sonora es muy similar, ya que se aprecia como las vías principales de la Comuna presentan mayores LAeq, pero a diferencia el rango de afectación es menor, puesto que los niveles de presión sonora máximo no es igual de influyente en la noche que en las horas del día. Además también se puede determinar que los sectores que no hacen parte de la vía principal pero igualmente presentan altas intensidades sonoras como lo es el caso del sector conocido como la rotonda (Punto 60), la carrera sexta con calle 25 (Punto 174) y la transversal 24ª con diagonal 2c (Punto 122) se debe a la presencia de bares y el uso de altos volúmenes de música hacen que los LAeq incremente considerablemente. El mapa de ruido de la noche refleja que los intervalos entre 30 hasta los de 55 db representa 86.68% ocupando la mayor área de la Comuna que los grupos superiores a 55 db. El rango de 40 hasta el 50 representa más de la mitad del área de toda la zona de estudio. A continuación se muestra el diagrama de barras que representan las áreas con los intervalos de presión sonora en el horario nocturno:

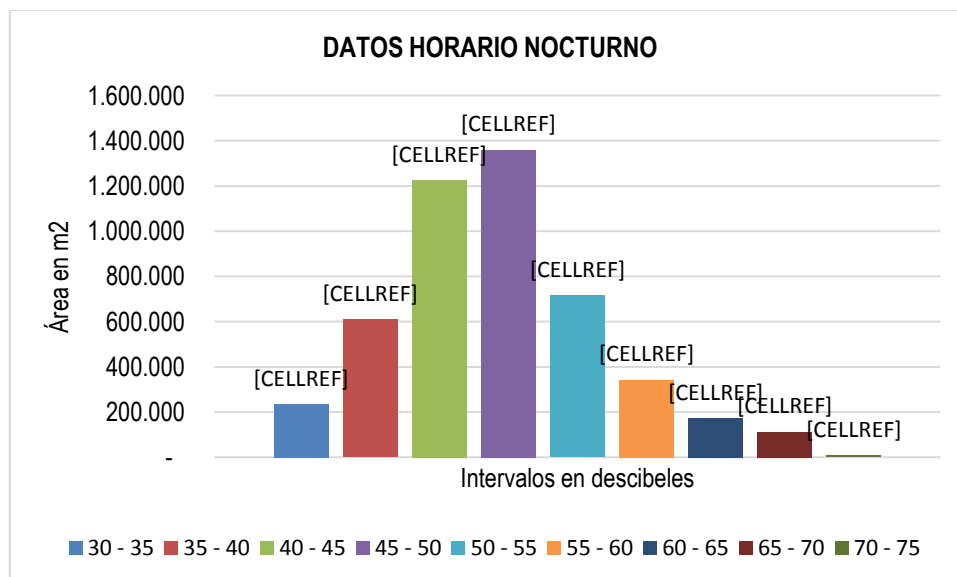
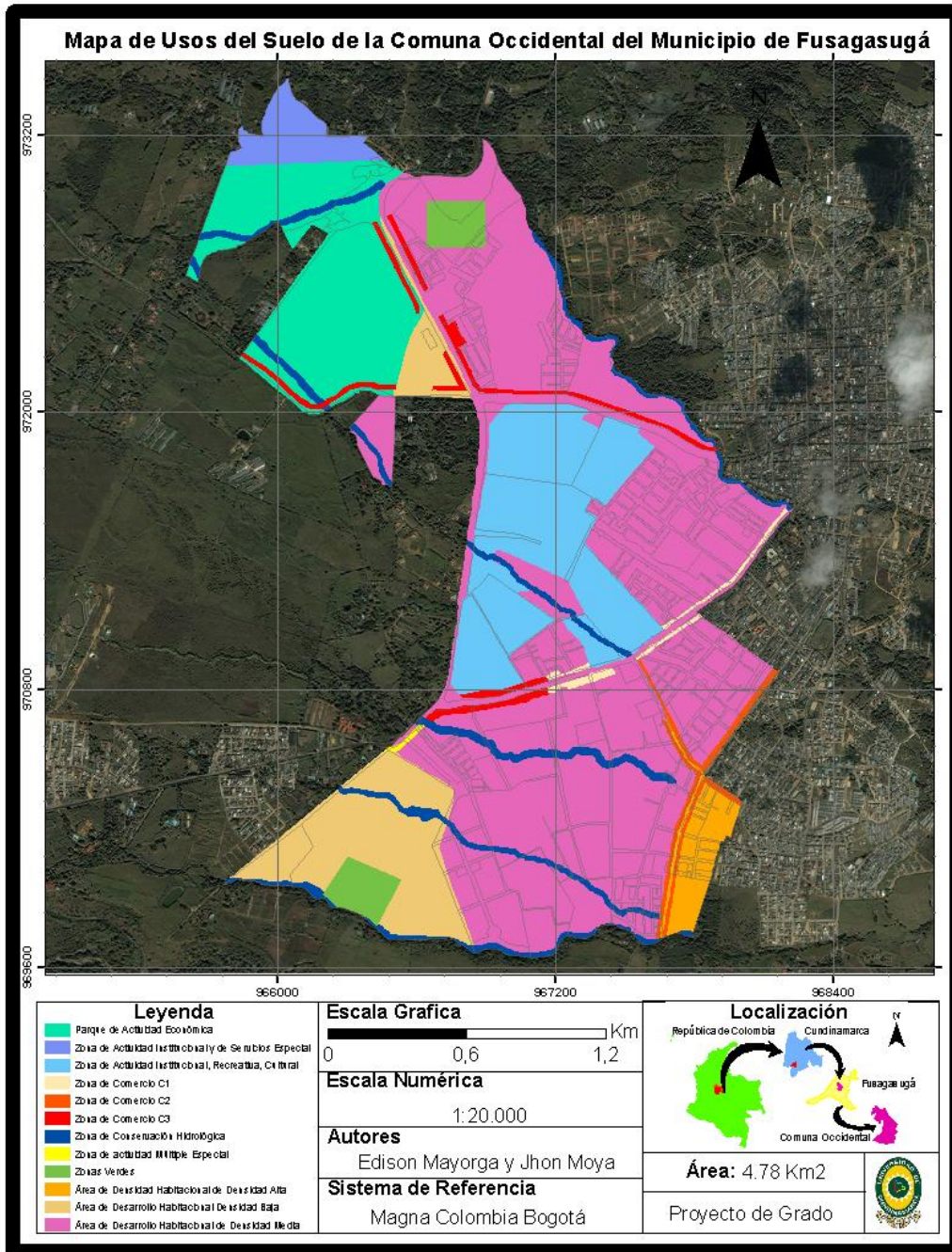


Figura 8. Diagrama de barras con las áreas de los intervalos de presión sonora horario nocturno.  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

### 8.7. RESULTADOS DE LA DIGITALIZACIÓN DEL MAPA DE USOS DEL SUELO

A continuación se presenta los resultados obtenidos de la digitalización del mapa de usos del suelo de la Comuna Occidental del municipio de Fusagasugá, en el cual el uso predominante es el residencial, representando el 61.51% del área total de territorio, mientras que el que menor espacio ocupado es el uso de actividad múltiple especial abarcando únicamente el 0.09%, y las áreas destinadas a uso comercial solo representan el 3.81% del área total para desarrollar actividades económicas

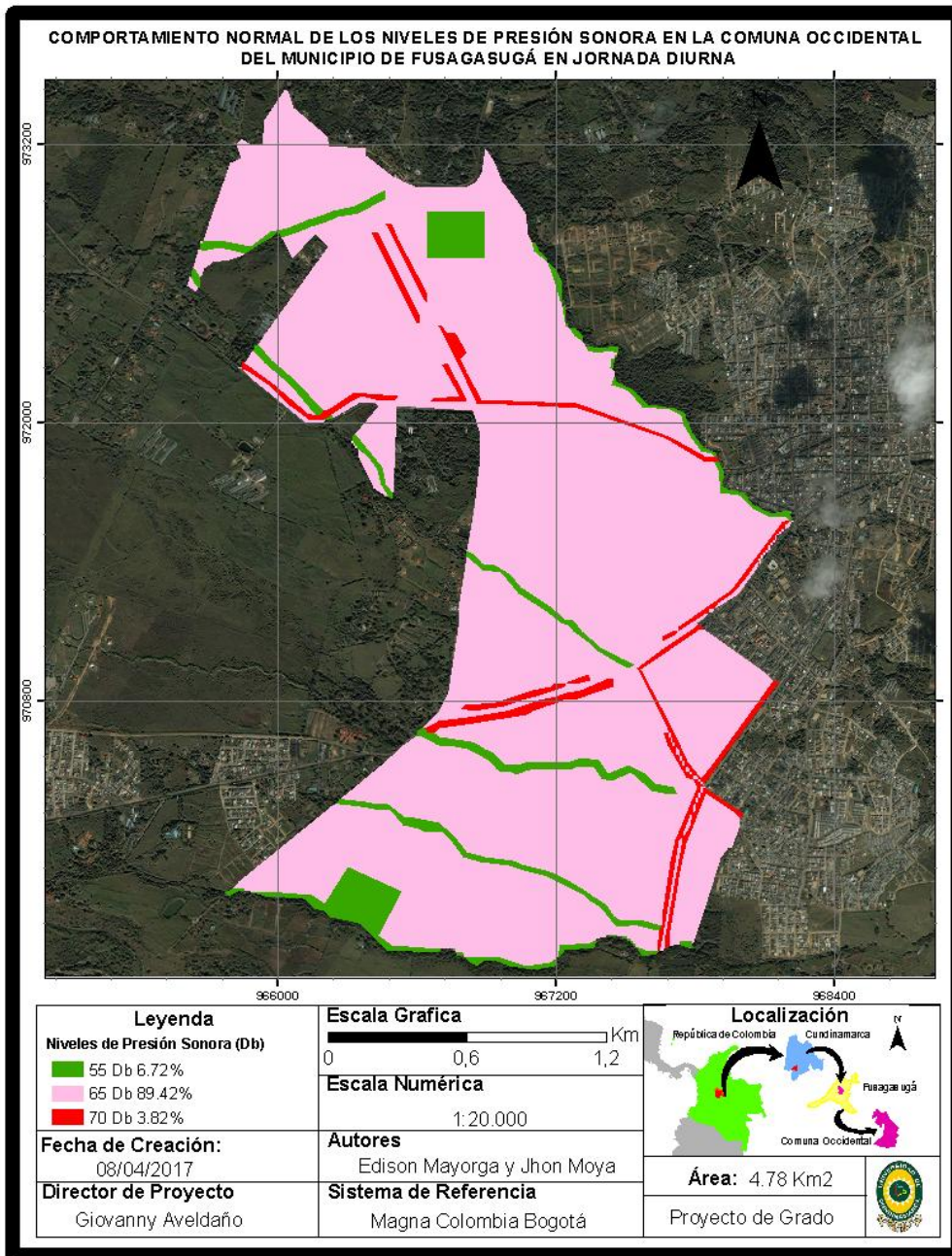




Mapa 13 Mapas de usos de suelo de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

### 8.8. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PERMITIDOS EN LA COMUNA

En seguida se presenta el mapa con los niveles máximos permitidos según la resolución 0627 del 2006 teniendo en cuenta los usos del suelo:



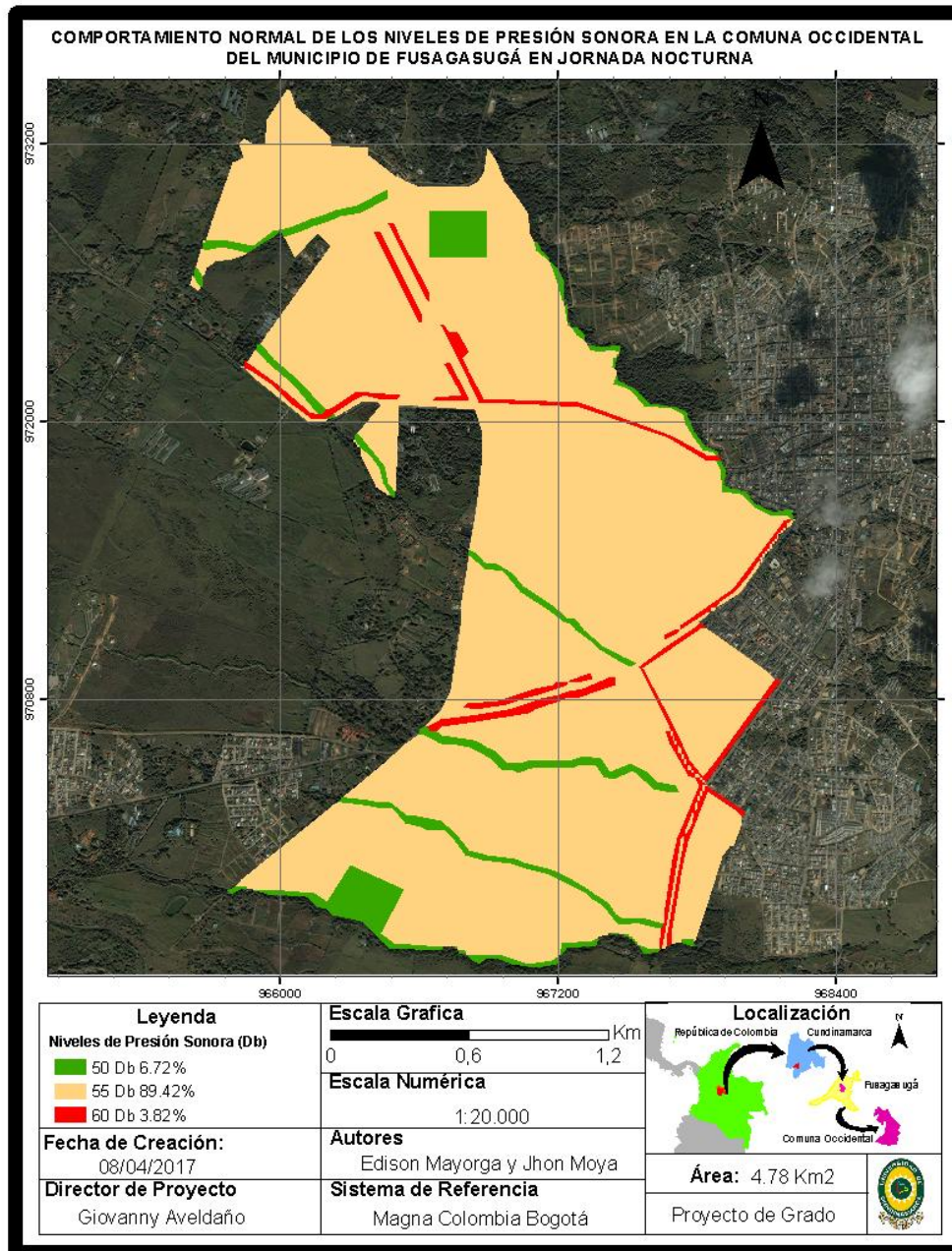
Mapa 14 Comportamiento Correcto de los niveles de presión sonora de acuerdo a los usos del suelo de comuna en jornada Diurna.

Fuente: Elaboración integrantes del Proyecto

El resultado obtenido se refleja que solo son permitidos tres niveles de presión sonora máximos para le Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá, donde las áreas que permiten la mayor intensidad sonora corresponden a zonas con usos de tipo comercial ocupando un espacio de 3.81% del área total de la Comuna, el 89.42% pertenece a aquellos sitios destinados a uso



residencial, actividades multi-especial, zona institucional, recreativa, cultural y deportiva, mientras que el restante 6.77% son lugares con destinación a zonas verdes y recursos hídricos.



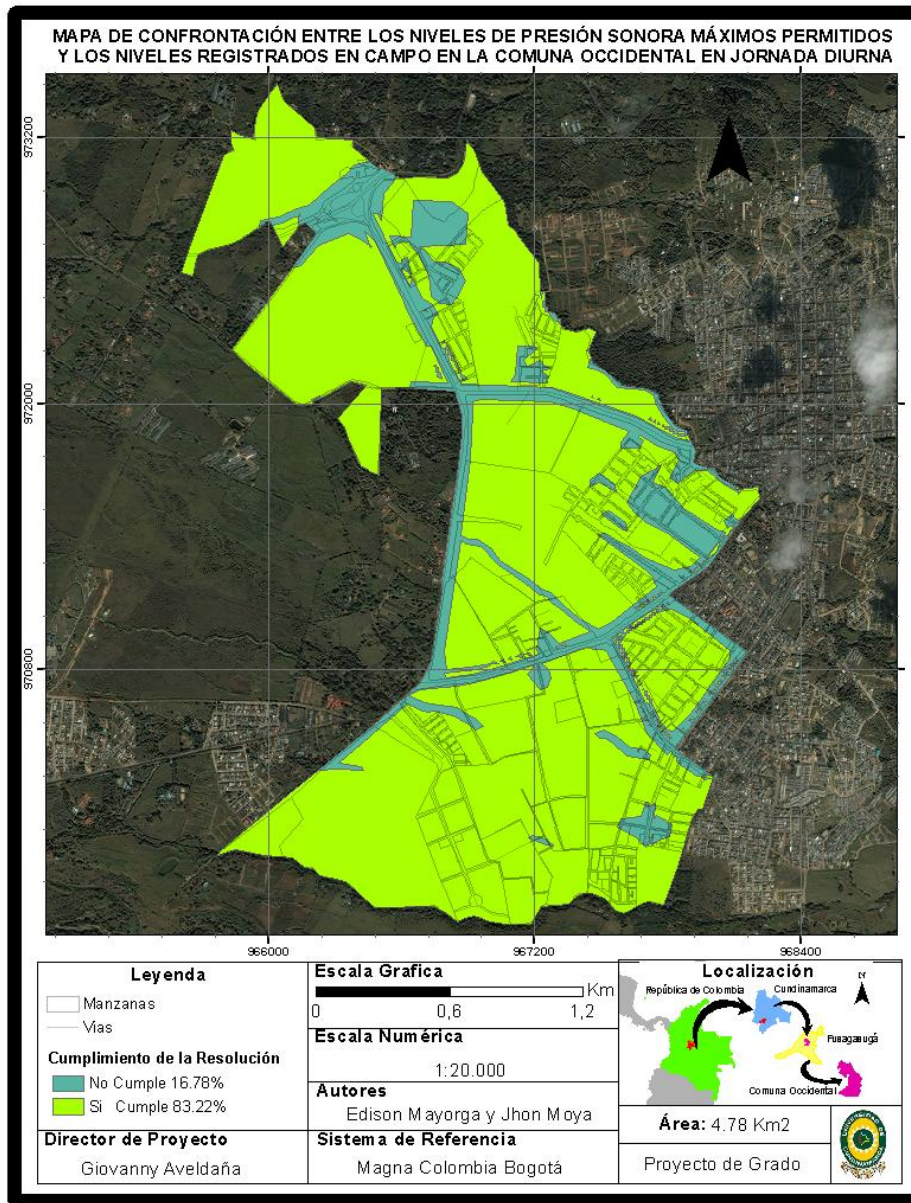
Mapa 15. Comportamiento Correcto de los niveles de presión sonora de acuerdo a los usos del Suelo de comuna en jornada Nocturna.  
 Fuente: Elaboración integrantes del Proyecto

Como se puede visualizar en este mapa, el comportamiento de los niveles de presión sonora disminuyen 10 o 5 db en cada uno sectores de usos del suelo pero siguen abarcando la misma área lo único que cambia son los intervalos de intensidad sonora.



8.9. RESULTADO DEL MAPA DE CONFLICTO

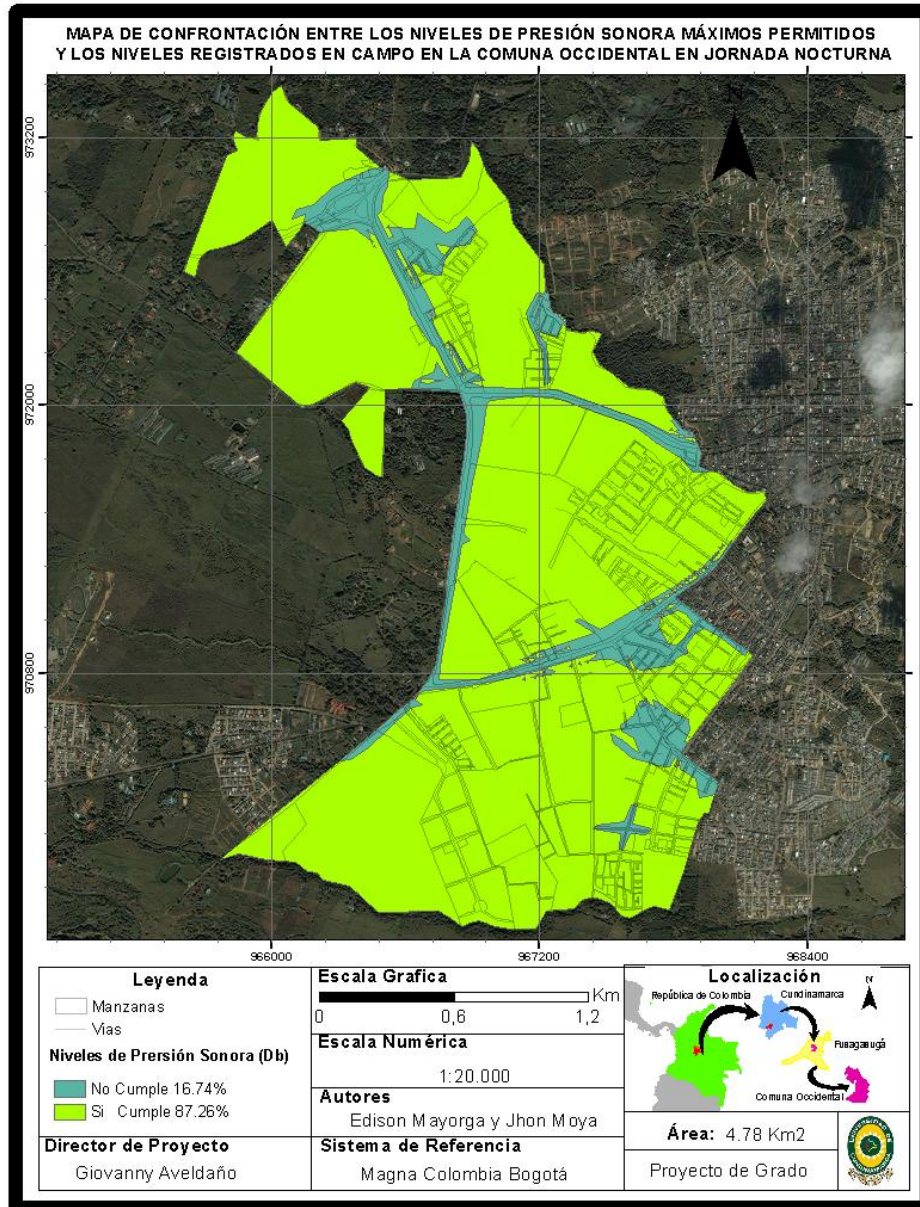
El siguiente mapa presenta las zonas de la comuna que no cumple con los niveles máximos permitidos por la resolución 0627 del año 2006



Mapa 16. Mapa de verificación del cumplimiento del artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006 de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá jornada diurna.  
 Fuente: Elaboración integrantes del Proyecto

Con la observación del mapa anterior se puede analizar que la gran mayoría del territorio cumple con lo establecido en el artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006, donde 3.98 km<sup>2</sup> que correspondiente al 83.22% del área total de la comuna si acata con el cumplimiento de dicha

normatividad y solamente 16.78% infringen con lo establecido en la resolución, y gran parte de aquellas áreas se ven influidas por las vías principales de la comuna, como lo son la Avenida Las Palmas, La Panamericana, la Avenida Manuel Humberto Cárdenas Vélez, la calle 22, calle 18 y la carrera sexta.



Mapa 17. Mapa de verificación del cumplimiento del artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006 de la Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá jornada nocturna.  
 Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

En la jornada nocturna el 87.26% del área total de la comuna cumple con el artículo 9 de la resolución 0627 del año 2006, mientras que el 12.74% restante infringe dicha normatividad.

Igualmente como sucede en el horario diurno gran parte del porcentaje que no cumple se ve influido por la vías principales de la comuna debido al tráfico vehicular, pero a diferencia con el anterior en este se ve el aumento en algunos sectores en los cuales existe la presencia de bares como la rotonda, la calle 22 con sexta (Punto 60), la transversal 24ª con diagonal 2c (Punto 122) y la carrera sexta con calle 25 (Punto 174).



## 9 DESARROLLO DE UNA PÁGINA WEB PARA VISUALIZACIÓN Y EDICIÓN DE MAPAS DE RUIDO

La presente página web es un desarrollo que no se encuentra publicado en Internet pero posee las características básicas para ser difundida en línea lo cual se espera realizar en un futuro.

Actualmente para visualizar esta página es necesario emplear diferentes programas como Geoserver, Xamp y Postgresql, los cuales asisten en la realización, edición y publicación de trabajos web sin necesidad de tener conexión a una red global como internet.

La página web creada está compuesta por cinco menús:

- El menú de inicio
- El menú de iniciar sesión y registro
- El menú de cálculos de los LAeq
- El menú de localización
- El menú de diccionario

### 9.1 MENÚ DE INICIO

En el menú de inicio el usuario encontrará 4 mapas web con los cuales podrá interactuar, visualizar e incluso en dos de ellos podrá escuchar.

Los dos primeros mapas corresponden a los lugares que presentaron mayores intensidades sonoras en el día y en la noche, los cuales están representados por puntos y al dar clic sobre uno de estos puntos se desplegará una pequeña ventana que contendrá; las coordenadas, el nivel de presión sonora equivalente, la fotografía de cuando se realizó la medición y el audio del punto. A continuación se presenta una imagen con dicha ventana

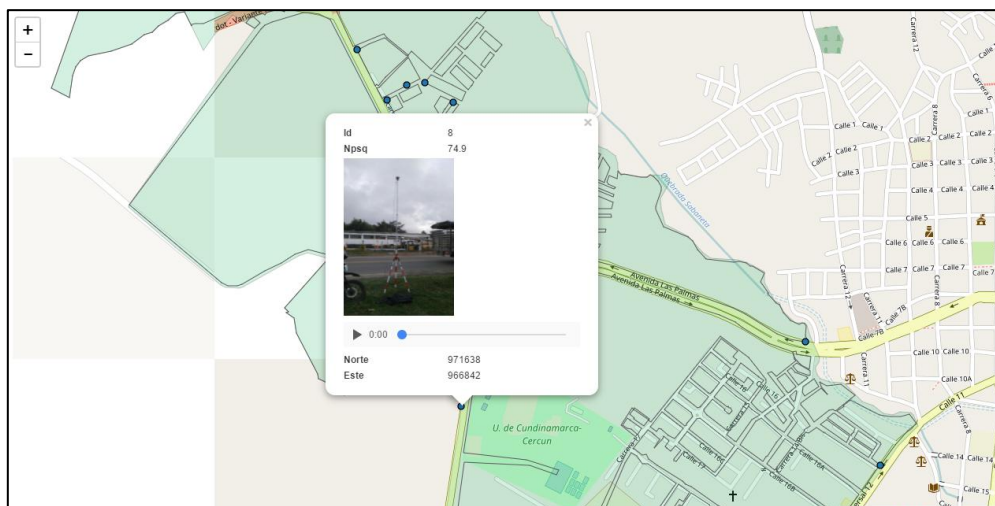


Figura 9. Visualización de la venta de los puntos en el mapa web.

Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Además el usuario tendrá 4 herramientas más. La primera le permitirá medir distancias en el mapa web, la segunda el usuario podrá ocultar o mostrar las capas con las cuales se creó el mapa, a su vez esta herramienta sirve de leyenda y la tercera como la cuarta herramienta le ayudaran al usuario acerca o alejarse de la representación gráfica. En seguida se muestra una imagen con el uso de estas herramientas;

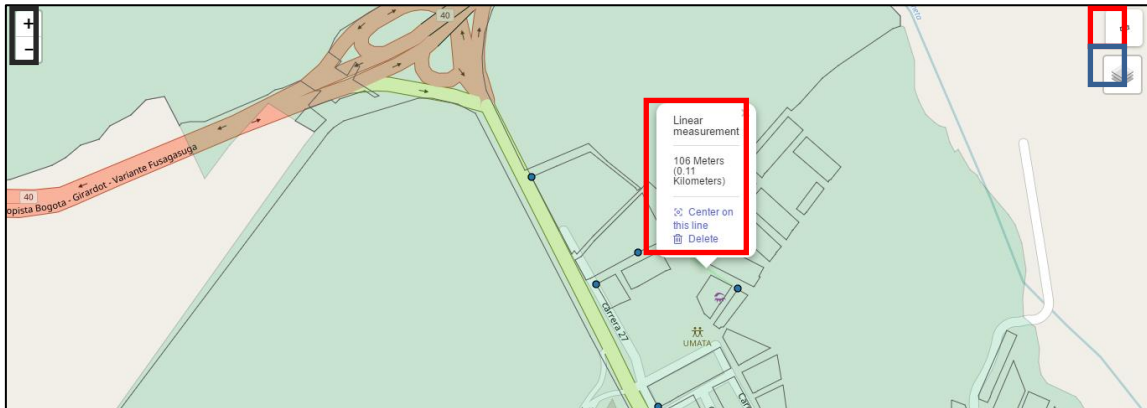


Figura 10. Herramientas del mapa web.  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Los dos últimos mapas web del menú de inicio visualizan las diferentes intensidades sonoras presentes en la Comuna Occidental tanto en el día como en la noche, las cuales se encuentran representadas mediante isófonas es decir áreas que contienen el mismo nivel sonoro. Estos mapas cuentan prácticamente con las mismas herramientas mencionadas anteriormente a excepción que no mostrarán fotografías ni reproducirán audios, pero al dar clic sobre un área sonora se desplegará una ventana que contiene los intervalos de intensidad sonora de dicha zona y el área. A continuación se visualiza dicha ventana

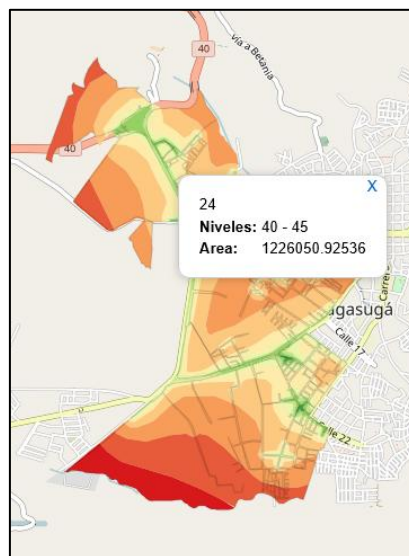


Figura 11. Mapa de Ruido Web  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

## 9.2. MENÚ DE INICIAR SESIÓN Y DE REGISTRO

Esta parte de la página se creó del objetivo de actualizar los niveles de presión sonora equivalente en cada uno de los puntos donde se realizaron las mediciones en el caso de que por ejemplo se haga un nuevo registro y determine un nuevo valor de presión sonora en un lugar donde ya se realizó o en el caso en que se mida en lugares donde no se han hecho registros. Como consiste en realizar modificaciones de los LAeq cualquier persona no lo puede hacer para ello primero el usuario tendrá que registrarse con una contraseña válida de acceso y luego iniciar sesión para poder realizar lo mencionado anteriormente.

Para realizar el registro el usuario tendrá que llenar cuadro formularios obligatorios; en el primero se le solicita el nombre, el segundo el apellido, el tercero un nombre de usuario y finalmente es el cuarto, el cual es más importante que consiste en ingresar la contraseña válida de acceso y por último dar clic en botón registrarme. Si la contraseña es incorrecta el usuario no podrá registrarse. En seguida se muestra una imagen donde se visualizan los formularios para el registro con el botón;



Figura 12 Registro de usuario

Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Si el usuario se registró correctamente en la pantalla aparecerá el siguiente mensaje;

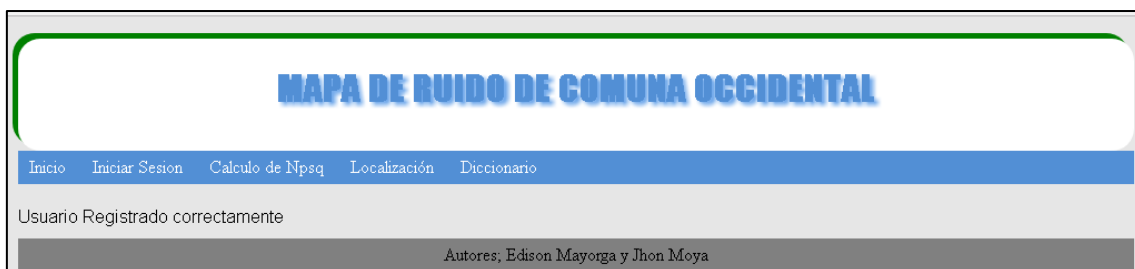


Figura 13 Mensaje cuando el registro se realiza correctamente

Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Luego de realizar el registro, el usuario podrá iniciar sesión para ello debe llenar dos formularios y dar clic en el botón de iniciar sesión, en el primero formulario se le solicita que ingrese el nombre de usuario y en el segundo la contraseña. A continuación se muestra los dos formularios con el botón.

Usuario	<input type="text" value="bebitoperez"/>	contraseña	<input type="password" value="*****"/>	<input type="button" value="Iniciar Sesión"/>
---------	--	------------	--	---

Figura 14 Formularios para Iniciar Sesión  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Si el usuario existe y la contraseña es válida, este ingresa a una nueva página que está conformada por tres menús; el menú día, el menú noche y el menú de salir, por defecto siempre se ingresara al menú día donde el usuario encontrara en la parte izquierda un mapa web con los puntos de las mediciones de los niveles de presión sonora que se han realizado en la jornada diurna, donde el usuario podrá acerca como alejarse del mapa además podrá conocer los atributos de cada punto al dar clic sobre este, inmediatamente en la parte inferior del mapa aparecerá una tabla con los valores de dichos atributos. En seguida se muestra el mapa;

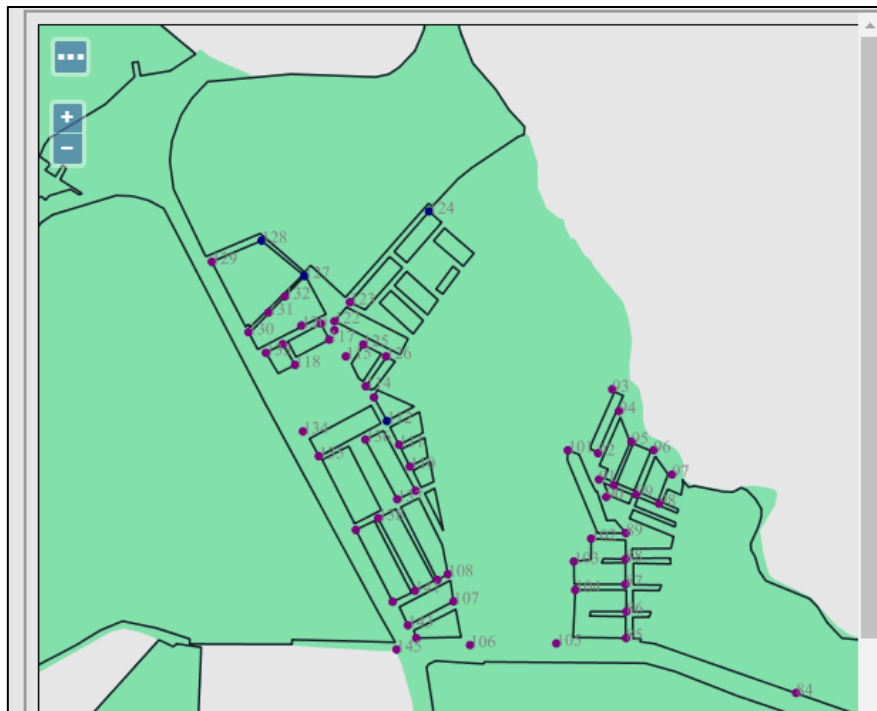


Figura 15. Mapa web de las mediciones de presión sonora  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Los puntos de color azul de la anterior figura representan los lugares que no cumplen con la resolución, mientras que los de color morados reflejan que sitios si cumplen la normativa.

En la parte derecha del mismo menú el usuario podrá realizar tres procesos los cuales son;

- Modificar un LAeq de un punto
- Agregar un nuevo punto
- Eliminar un punto
- Modificar los datos máximos permitidos por la resolución.



Dichos procesos se ejecutaran en tiempo real es decir la modificación o el proceso realizado aparecerá en el mapa inmediatamente. Para modificar un LAeq el usuario tendrá que llenar dos formularios y dar clic en el botón modificar. El primer formulario le solicita el id o el nombre del punto y el segundo el valor nuevo de LAeq. A continuación se muestra el proceso de modificación;

Modificar Punto	
Ingrese Id del Punto 12	Ingrese Npsq del Punto 78.56633
<input type="button" value="Modificar"/>	

Figura 16 Modificar Punto  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Para agregar un nuevo en punto en mapa el usuario debe llenar cuadro formularios y dar clic en el botón de agregar. El primer formulario le solicita ingresar la coordenada Este del punto a crear, el segundo formulario ingresar la coordenada Norte, el tercero ingresar el id o el nombre de cómo se va a llamar dicho punto y el cuarto ingresar el nivel de presión sonora equivalente que corresponde al punto como se observa en la siguiente imagen;

Agregar Punto	
Ingrese la Cordenada X 9875534	Ingrese la Cordenada Y 9885534
Ingrese Npsq del Punto 76.455	Ingrese Id del Punto 226

Figura 17 Agregar Punto  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Luego se encuentra el proceso de eliminar punto, para realizar este proceso simplemente se debe llenar el formulario de id o el nombre del punto a borrar y dar clic en el botón de eliminar como se ve a continuación;

Eliminar Punto
Ingrese Id del Punto 226
<input type="button" value="Eliminar"/>

Figura 18 Eliminar Punto  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Finalmente se encuentra el proceso de modificar los niveles máximos permitidos por la resolución en caso de que por ejemplo un lugar cambie su uso del suelo o los niveles máximos permitidos sean modificados en la resolución, para lograr tal fin el usuario tiene que llenar dos formularios y dar clic en el botón modificar máximos. En el primer formulario el usuario debe ingresar el Id o el nombre del punto del que desea modificar y en el segundo formulario digitar el nuevo nivel de presión sonora máximo, en la siguiente imagen se ven los dos formularios y el botón:

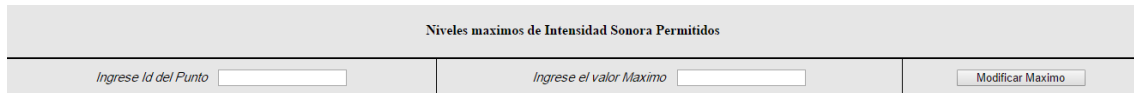


Figura 19. Modificar los niveles máximos permitidos por la resolución.  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

El menú noche es prácticamente igual que el menú día lo único que cambia es que los valores de los puntos de presión sonora corresponde a la jornada nocturna, del resto es igual cuenta con los mismos procesos.

El menú salir permite volver al menú de iniciar sesión y registro cuando se da clic en este.

### 9.3 EL MENÚ DE CÁLCULOS DE LOS LAEQ

En esta parte de la página el usuario encontrara dos formularios y un botón que le permitirán determinar el nivel de presión sonora equivalente de una serie de datos capturados en campo. El primer formulario solicita ingresar la cantidad de registros captados y el segundo ingresar los valores de los niveles de presión sonora separados uno de los otros por espacios. A continuación se ve muestra una imagen con los dos formularios y el botón;

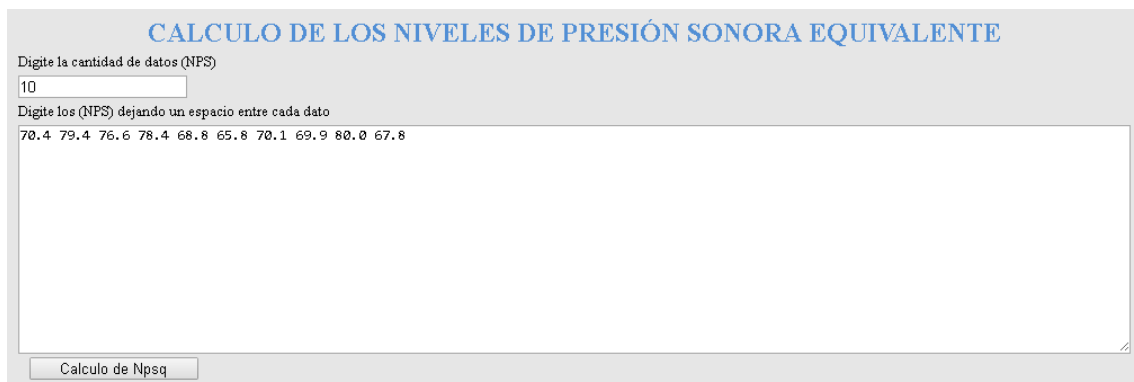


Figura 20 Cálculo de los LAeq  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

Luego que se dé clic en botón de calcular aparece el mensaje con la respuesta del LAeq como se ve en el siguiente ejemplo;



Figura 21 Mensaje cuando se realiza el cálculo de un LAeq  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

#### 9.4 EL MENÚ DE LOCALIZACIÓN

En esta parte de la página el usuario encontrar una descripción de ubicación espacial de Comuna Occidental del Municipio de Fusagasugá como un representación gráfica mediante mapas. En la siguiente imagen se ve parte del menú.

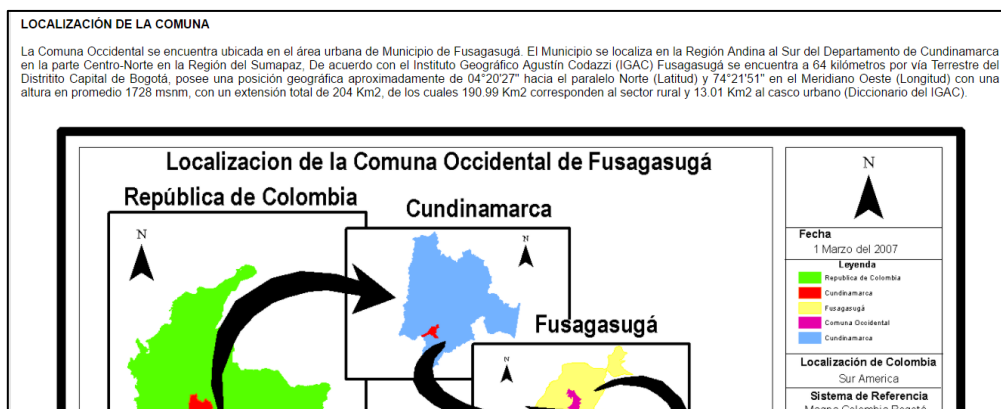


Figura 22. Localización de la comuna en la Web  
Fuente: Elaboración integrantes del proyecto

#### 9.5 EL MENÚ DE DICCIONARIO.

El usuario en este parte encontrara un pequeño diccionario donde se definen algunos conceptos relacionados con la temática trabajada. Entre los cuales se encuentran las siguientes definiciones;

- Nivel de presión sonora
- Ruido
- Mapa de Ruido
- Contaminación acústica
- isolínea
- Sonómetro
- Decibel



## 10. CONCLUSIONES

Este estudio determinó que las zonas más críticas tanto en horario diurno y nocturno son; la avenida de Las Palmas, La Panamericana, la avenida Manuel Humberto Cárdenas Veles y la calle 22 que mantienen aproximadamente un rango de 65 a 75 db debido al tránsito vehicular y el volumen de vehículos, aunque esta zona de influencia posee un diámetro aproximadamente entre 100 y 300 metros en el día reduce en la noche entre 10 a 50 metros, es decir que su alcance de afectación durante la noche es menor. El sector de mayor impacto en jornada nocturna corresponde al lugar denominado como la rotonda, mientras que en el día es el punto ubicado sobre la avenida Panamericana frente a la entrada de Cercun (UDEDEC).

Se estableció que los lugares que presentan menor intensidad sonora son; la calle 16ª Bis con carrera 17 (Santa Anita), calle 20 con transversal 14 (Ricaurte), Carreras 5b con calle 24 (Santa Clara) y el de la Transversal 22ª con Diagonal 2 (Mandalay) esto es debido al poco tráfico vehicular y que el uso del suelo es totalmente residencial.

Se puede afirmar que la Comuna Occidental no se caracteriza por ser tan ruidosa ya que gran porcentaje de la zona no infringe la norma de los niveles máximos permitidos, en el horario diurno el 83.22% del área de la comuna cumple con la normativa y en la jornada nocturna incrementa el área de cumplimiento aproximadamente a un 87.26%. El poco porcentaje restante en ambas jornadas no la cumple debido a la influencia que reciben las vías principales por el tránsito vehicular y la presencia de establecimientos nocturnos que se encuentran ubicados zonas con un distinto uso del suelo.

Al tener en cuenta en este proyecto las intensidades sonoras tanto altas como bajas para la construcción de los mapas de ruido fue de vital importancia, ya que generó un equilibrio en la distribución espacial de los LAeq, puesto que un punto de mayor intensidad sonora puede influir sobre otro de menor si este no se mide o no es tenido en cuenta al momento de realizar la cartografía.

Para realizar estudios de presión sonora es muy importante tener en cuenta que la emisión de ruido está muy relacionada con el tiempo y el espacio, esta afirmación se realiza en base al desarrollo de las etapas de campo realizadas, con las cuales se pudo observar los diferentes cambios en los niveles de presión sonora de un determinado sector que en cierta hora y en cierto día de la semana incrementa o disminuye los LAeq por las diferentes prácticas sociales, culturales, económicas, etc. que se desarrollan en estos lugares con principal incidencia en la jornada nocturna ya que se pudo identificar en este estudio realizado que durante las horas de 9 a 11 pm y 5 a 7 am son mayores los NPS en comparación a los de 11 pm a 5 am, mientras que para la jornada diurna los NPS son más constantes en el transcurso del día. También cabe resaltar que esto depende de las actividades que se realizan en la semana por ejemplo un día sábado en la noche puede ser de mayor contaminación que un día lunes. Debido a esto se recomienda incrementar la cantidad de mediciones, el periodo de muestreo y además realizar los registros en diferentes días y horas de la semana ya que un simple registro no refleja la realidad que acontece en determinado lugar de estudio y de esta manera lograr una mayor exactitud para realizar los mapas de ruido.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Andes, L., & Pr, L. (2009). The environment and sustainable development in Latin American cities, 17, 268–287.

Arana Miguel (2011) Metodologías para la elaboración de mapas de ruido y su evaluación. Aplicación a la comunidad Foral de Navarra, cuadernos de marqués de San Adrián, Revista de humanidades, pp 11-24.

Candido da Silva (2004 Agosto). Geografía de Ciudades Digitales, scripta nueva, Revista Electrónica de geografía y ciencias Sociales.

Constitución Política de Colombia de 1991, Oficial de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Esteban Alonso, A. E. (2003). Contaminación acústica y salud. Contaminación Acústica Y Salud, 73–95.

Eulogio, S. (2007, febrero). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. Diseño y tecnología, 10, pp. 11-15.

Fernández, F. & Morata, D. (2011 Abril). La Contaminación Acústica En Las Ciudades Turísticas Litorales De Andalucía 2001-2010. Cuadernos de Turismo, 27, pp. 357-372.

Fernández, F. (2011, febrero). Estudio General De La Contaminación Acústica En Las Ciudades De Andalucía. Cuadernos Geográficos, 49, pp. 55-92.

Fernández., P. L. (2000). Conceptos Físicos de las ondas Sonoras.

Franco, J. F., & Behrentz, E. (2009). Contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto Noise Pollution in Bogotá City: A Pilot Study, 72–80.

Gallego, A., Ordóñez, J., & Vico, J. D. M. (n.d.). Contaminación acústica en una zona urbana entre Granada y su área metropolitana.

García Ferrandis, X., García Ferrandis, I., & García Gómez, J. (2010). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: Conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia. Didáctica de Las Ciencias Experimentales Y Sociales.

García Ferrandis, X., García Ferrandis, I., & García Gómez, J. (2010). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: Conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia. Didáctica de Las Ciencias Experimentales Y Sociales.

González, J. R. Q. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. Revista Virtual Universidad Católica Del Norte.

Guijarro-peralta, J., & Terán-Narváez, I. (2016). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a Samborondón en Ecuador \* Determining Acoustic Contamination from Fixed and Mobile Sources in the Road to Samborondón, Ecuador Détermination de la contamination acoustique d, XX (38).

Martínez, W. B. (2009). Evaluación de los niveles de contaminación acústica del centro de la ciudad de Talca Evaluation of the noise levels in downtown Talca, 1–10.

Morales, J., & Fern, J. (2012). Análisis discriminante de algunas variables que influyen en la contaminación acústica debida al tráfico urbano en una gran ciudad \* THAT IMPACT ACOUSTIC CONTAMINATION CAUSED, 11(21), 13–22.

OMS. (1999). Guidelines for community noise. World Health Organization.

Pacheco, J., & Franco, J. F. (2009). Contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto Noise Pollution in Bogotá City: A Pilot Study. Scielo.

Párraga Velásquez, María del Rosario, García Zapata, Teonila (2005). El ruido y el diseño de un ambiente acústicoIndustrial.

Pérez Luis, Ortega, Mestre y Vida (2004). La contaminación Acústica a debate, física y sociedad, pp. 38-41

Ramírez González, A., & Domínguez Calle, E. A. (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.

Ramírez, A. & Antonio, E. (2015, junio). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). Gestión y Ambiente, 18, pp. 17-28.

Resolución 0627 del año 2006, Oficial de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia, 7 de Abril del 2006

Resolución 8321 de 1983, Oficial de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia, 04 de Agosto de 1983.

Rodríguez Bravo, A. (1998). La dimensión sonora del lenguaje audiovisual. Barcelona: Paidós, col.: Papeles de comunicación, n° 14

Tomat, C. (2012, mayo-agosto). El "focus group": nuevo potencial de aplicación en el estudio de la acústica urbana. Revista de Pensamiento e Investigación Social, 12, pp. 129-152.



Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Parra Sierra, V., Velázquez Narváez, Y., & Vargas Martínez, J. I. (2015). Noise pollution in Matamoros downtown. Acta Universitaria.

## 12. WEBGRAFÍA

Aguera Silvia, ¿Qué son las ponderaciones de frecuencia A, C y Z?

Recuperado el 15/03/2017 <http://www.cirrusresearch.es/blog/2012/09/que-son-las-ponderaciones-de-frecuencia-a-c-y-z/>

Alcaldía de Fusagasugá, Plan de desarrollo Municipal 2012-2015.

Recuperado el 10/10/2016.  
<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/fusagasuga-pd-2012-2015.pdf>

CAR (Corporación Autónoma Regional), Mapa de ruido Municipio de Girardot Cundinamarca.

Recuperado el 15/10/2016, <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=10477&download=Y>

HYSGA, Sonometría.

Recuperado el 17/30/2017 <http://hisgaingenieria.com/sonometrias/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Diccionario de IGAC.

Recuperado el 15/10/2016, <http://www.igac.gov.co/digeo/app/index2.html>

Jimena Martínez Llorente y Jens Peters, Contaminación acústica y ruido.

Recuperado el 15/10/2016,  
[https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno\\_ruido\\_2013.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf)

Línea Verde, Contaminación acústica.

Recuperado el 15/10/2016, <http://www.lineaverdemunicipal.com/consejos-ambientales/contaminacion-acustica.pdf>

López Rivera Antonio, Intensidad de ruido a la que se exponen los maestros en una escuela superior de la región central de puerto rico y su percepción al respecto.

Recuperado el 17/10/2016,  
[http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis\\_Ambientales/msem\\_evaluacion\\_manejo\\_riesgo\\_ambiental/2009/ALopezRivera180809.pdf](http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis_Ambientales/msem_evaluacion_manejo_riesgo_ambiental/2009/ALopezRivera180809.pdf)

Morales Aurelio, Crea aplicaciones webmapping con QGIS.

Recuperado el 01/05/2017, <https://mappinggis.com/2016/03/crea-aplicaciones-webmapping-con-qgis/>

Perea Xiomara y Marín Eduardo, Percepción del ruido por parte de habitantes del barrio gran limonar de la comuna 17 en la ciudad de Cali.

Recuperado el 15/10/2016, <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7747/1/3754-0446435.pdf>

Tafur Jiménez y Martínez de Contrasta; Actualización de los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Medellín, Bello e Itagüí.

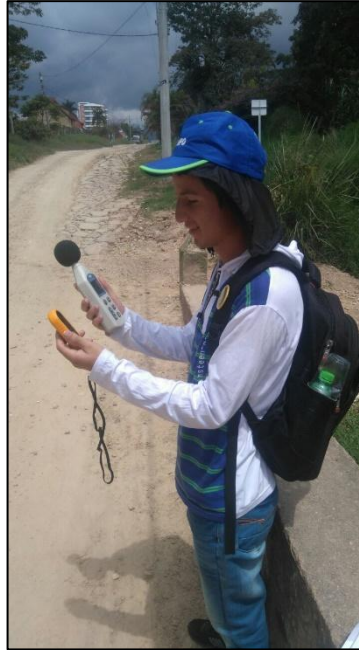
Recuperado el 15/10/2016,  
<http://www.metropol.gov.co/Planeacion/DocumentosAreaPlanificada/Mapas%20Ruido.pdf>

Urrego Natalia, Conceptos básicos sobre las mediciones.

Recuperado el 17/10/2016, <http://es.slideshare.net/nurrego/conceptos-basicos-sobre-la-medicin>

## ANEXOS

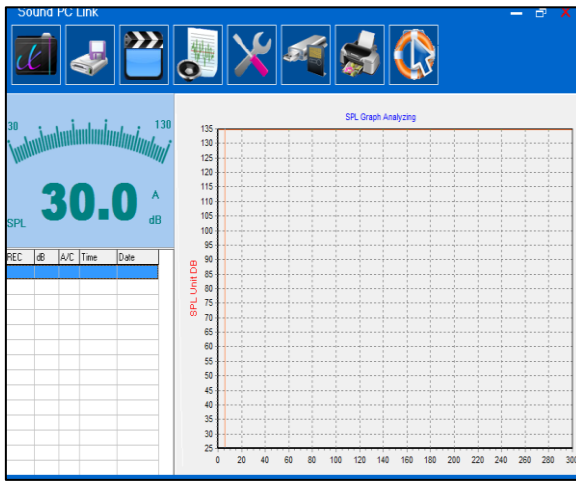
### Evidencias trabajo de campo



### Evidencias de campo de los registros superiores a una hora



Evidencias de la descarga de datos de los Nps



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Wenshi TESTING RESULTS'. The spreadsheet contains a table with the following data:

Number	DB	A/C	Time	Date	Remarks
1	30.0	A	9:42:42 a. m.	18/03/2017	
2	68.8	A	9:43:14 a. m.	18/03/2017	
3	73.9	A	9:43:20 a. m.	18/03/2017	
4	73.2	A	9:43:26 a. m.	18/03/2017	
5	71.7	A	9:43:33 a. m.	18/03/2017	
6	68.6	A	9:43:39 a. m.	18/03/2017	
7	68.9	A	9:43:45 a. m.	18/03/2017	
8	74.5	A	9:43:51 a. m.	18/03/2017	
9	69.6	A	9:43:57 a. m.	18/03/2017	
10	70.2	A	9:44:03 a. m.	18/03/2017	
11	70.4	A	9:44:09 a. m.	18/03/2017	
12	72.0	A	9:44:16 a. m.	18/03/2017	
13	69.5	A	9:44:22 a. m.	18/03/2017	
14	69.1	A	9:44:28 a. m.	18/03/2017	
15	73.5	A	9:44:34 a. m.	18/03/2017	
16	73.1	A	9:44:40 a. m.	18/03/2017	
17	68.6	A	9:44:46 a. m.	18/03/2017	
18	69.6	A	9:44:53 a. m.	18/03/2017	
19	74.0	A	9:44:59 a. m.	18/03/2017	
20	67.4	A	9:45:05 a. m.	18/03/2017	

Evidencia de empleo del software CadnaA

