

**MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL
MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA**

**CONSORCIO AMBIENTAL
SINÚ- SAN JORGE**

**NOVIEMBRE DE 2024
MONTERÍA, CÓRDOBA**

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

CONTRATANTE:

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE
– CVS

NIT: 901.869196-3

CONTRATISTA:

CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

MONTERÍA

DICIEMBRE- 2024

CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	ALCANCE.....	11
3.	GLOSARIO	12
4.	OBJETIVOS	19
4.1.	Objetivo General	19
4.2.	Objetivos Específicos	19
5.	NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL	19
6.	GENERALIDADES	24
6.1.	Aspectos generales del municipio de Sahagún, Córdoba.....	24
6.2.	Ubicación	26
6.3.	División político- administrativa	27
6.4.	Categorización	30
6.5.	Demografía	32
6.6.	Economía.....	37
6.7.	Infraestructura vial	38
6.8.	Usos del suelo en la cabecera urbana de Sahagún.....	43
7.	METODOLOGÍA.....	47
7.1.	Restricciones y limitaciones del estudio	48
7.1.1.	Información Geográfica.....	48
7.1.2.	Software de Modelación.....	49
7.2.	Insumos y recursos.....	55
7.2.1.	Información primaria.....	55

7.2.2.	Información secundaria.....	56
7.2.3.	Fuentes de información	56
7.2.4.	Herramientas digitales y Software	57
7.2.5.	Delimitación del área de estudio	61
7.2.6.	Diseño de la base de datos geográfica – GDB	61
7.2.7.	Caracterización fuentes de fuentes Fijas.....	63
7.2.8.	Caracterización fuentes móviles	63
7.2.9.	Peticiones, Quejas y Recursos relacionados con niveles de ruido	64
7.2.10.	Generación de los mapas estratégicos de ruido diurno y nocturno ...	65
7.2.11.	Limitaciones del modelo.....	78
7.2.12.	Validación, calibración y ajustes del modelo.....	79
8.	RESULTADOS	82
8.1.	Cuantificación del inventario de focos de presión sonora más significativos	82
8.2.	Mapas estratégicos de ruido	95
8.2.1.	Ruido Ambiental Diurno- Área Urbana Municipio De Sahagún.....	95
8.2.2.	Ruido Ambiental Nocturno- Área Urbana Municipio De Sahagún	96
8.2.3.	Ruido Ambiental por tipo de Uso de Suelo	97
8.2.4.	Ruido Vehicular Diurno- Área Urbana Municipio De Sahagún	107
8.2.5.	Ruido Vehicular Nocturno- Área Urbana Municipio De Sahagún	108
8.2.6.	Ruido vehicular por tipo de uso de suelo	109
8.3.	Áreas críticas y de conflicto de uso de suelo.....	119
8.3.1.	Ruido Ambiental	121
8.3.2.	Ruido vehicular	131

8.3.3.	Ruido vehicular- Zona residencial y mixta	133
8.3.4.	Ruido vehicular- Zona industrial	135
8.3.5.	Ruido vehicular- Zona institucional	137
8.3.6.	Ruido vehicular- Zona comercial.....	138
8.4.	Diagnóstico de la contaminación acústica en el municipio de Sahagún, Córdoba.....	139
9.	CONCLUSIONES	142
10.	RECOMENDACIONES	143
11.	BIBLIOGRAFÍA	144
12.	ANEXOS.....	146

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Normativa nacional e internacional aplicable a los estudios de ruido	20
Tabla 2.	Horarios establecidos por la Resolución 627 de 2006.....	22
Tabla 3.	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A).	23
Tabla 4.	División político-administrativa del municipio de Sahagún	28
Tabla 5.	División político- administrativa cabecera municipal	30
Tabla 6.	Categorización del municipio de Sahagún, Córdoba	31
Tabla 7.	Total de mujeres y hombres.....	32
Tabla 8.	Demografía según el área	33
Tabla 9.	Clasificación etaria	33
Tabla 10.	Proyecciones demográficas por área	35
Tabla 11.	Distancia de las vías rurales.....	40
Tabla 12.	Software para modelación de ruido	49
Tabla 13.	Principales fuentes de información para el estudio	57
Tabla 14.	Peticiones, quejas o reclamos presentados.....	64

Tabla 15. Categoría de emisión asignada por la biblioteca de emisiones.70

Tabla 16. Aforo vehicular medido en campo73

Tabla 17. Promedio de vehículos por hora livianos y pesados en día y noche.....75

Tabla 18. Fuentes sonoras de mayor impacto en la zona de estudio82

Tabla 19. Registro fotográfico de los puntos de monitoreo84

Tabla 20. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A). Fuente: Resolución 0627 de 2006 - MAVDT 119

Tabla 21. Cálculo de la Exposición de la población para el periodo nocturno 141

Tabla 22. Cálculo de la Exposición de la población para el periodo diurno 141

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. SoundPlan essential versión 5.1.....54

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Zona urbana del municipio de Sahagún, Córdoba.....26

Ilustración 2. Grafica de demografía según el área.....33

Ilustración 3. Población desagregada por sexo.....34

Ilustración 4. Clasificación etaria del municipio de Sahagún.....35

Ilustración 5. Valor agregado- unidad de medida: miles de millones de pesos corrientes DANE 2016-2017.....38

Ilustración 6. Mapa de ruido ambiental periodo diurno95

Ilustración 7. Mapa de ruido ambiental periodo nocturno96

Ilustración 8. Mapa de ruido ambiental zona recreativa- periodo diurno.....97

Ilustración 9. Mapa de ruido ambiental zona recreativa- periodo nocturno.....98

Ilustración 10. Mapa de ruido ambiental zona residencial- mixta- periodo diurno .99

Ilustración 11. Mapa de ruido ambiental zona residencial- mixta- periodo nocturno100

Ilustración 12. Mapa de ruido ambiental zona institucional- periodo diurno101

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 13. Mapa de ruido ambiental zona institucional- periodo nocturno102

Ilustración 14. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo diurno.....103

Ilustración 15. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo nocturno.....104

Ilustración 16. Mapa de ruido ambiental zona comercial- periodo diurno105

Ilustración 17. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo nocturno.....106

Ilustración 18. Mapa de ruido vehicular periodo diurno107

Ilustración 19. Mapa de ruido vehicular periodo nocturno108

Ilustración 20. Mapa de ruido vehicular zona recreativa- periodo diurno.....109

Ilustración 21. Mapa de ruido vehicular zona recreativa- periodo nocturno.....110

Ilustración 22. Mapa de ruido vehicular zona residencial y mixta- periodo diurno111

Ilustración 23. Mapa de ruido vehicular zona residencial y mixta- periodo nocturno112

Ilustración 24. Mapa de ruido vehicular zona industrial- periodo diurno113

Ilustración 25. Mapa de ruido vehicular zona industrial- periodo nocturno.....114

Ilustración 26. Mapa de ruido vehicular zona Institucional- periodo diurno115

Ilustración 27. Mapa de ruido vehicular zona Institucional- periodo nocturno116

Ilustración 28. Mapa de ruido vehicular zona comercial- periodo diurno117

Ilustración 29. Mapa de ruido vehicular zona comercial- periodo nocturno118

Ilustración 30. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa.....121

Ilustración 31. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa.....122

Ilustración 32. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona residencial- mixta123

Ilustración 33. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona residencial- mixta124

Ilustración 34. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional125

Ilustración 35. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional126

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 36. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial127

Ilustración 37. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial128

Ilustración 38. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial129

Ilustración 39. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial130

Ilustración 40. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa.....131

Ilustración 41. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa.....132

Ilustración 42. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Residencial y mixta133

Ilustración 43. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Residencial y mixta134

Ilustración 44. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial135

Ilustración 45. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial136

Ilustración 46. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional137

Ilustración 47. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial138

Ilustración 48. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial139

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las definiciones establecidas en la Resolución 0627 de 2006 el ruido es considerado un sonido no deseado por el receptor que puede generar molestias o afectar la salud de las personas y los ecosistemas, convirtiéndose en un problema creciente en las áreas urbanas y rurales municipales debido al incremento de actividades humanas como el tráfico vehicular, la industria, el comercio y los eventos sociales. Esta forma de contaminación, aunque a menudo es subestimada, tiene impactos significativos en la calidad de vida, la salud física y mental, y el equilibrio de los ecosistemas.

En el contexto de las problemáticas ambientales contemporáneas, el ruido ambiental se posiciona como uno de los principales factores que afectan la calidad de vida de las comunidades, particularmente en zonas urbanas o cercanas a corredores viales e instalaciones industriales. Las afectaciones de esta problemática abarcan desde problemas auditivos directos, como pérdida de audición, hasta impactos extra-auditivos acumulativos, entre los que destacan el estrés, alteraciones del sueño, ansiedad y enfermedades cardiovasculares. Además, el ruido ambiental tiene repercusiones económicas, socioculturales y estéticas, lo que subraya su importancia como un problema sanitario y ambiental en aumento (Gestión & Medioambiente S.A.S., 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece límites máximos de los niveles de ruido y tiempos de exposición que son seguros para la salud humana y el bienestar de la población. Según sus lineamientos, en ambientes laborales (ruido ocupacional), una exposición a niveles de ruido de hasta 75 dB(A) durante ocho horas diarias no debería ocasionar daños auditivos. En entornos residenciales, el nivel de ruido continuo de fondo no debe superar los 30 dB(A) para garantizar un descanso adecuado, y los ruidos individuales no deben exceder los 45 dB(A). Por su parte, la OMS advierte que la exposición a niveles superiores a 80 dB(A) puede influir negativamente en el comportamiento social, reduciendo la cooperación y

umentando la agresividad (Berglund et al., 1999; Mendoza Fandiño et al., 2014; Miyara, 2002).

Con el fin de identificar los focos de ruido existentes en un área o territorio determinado se desarrollan los denominados Mapas de Ruido, el cual se entiende como la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona (Resolución 0627 de 2006).

En tal sentido, la elaboración de un mapa de ruido en el municipio de Sahagún, Córdoba, resulta crucial para comprender y gestionar esta problemática. Como todo ente territorial que supera los cien mil (100.000) habitantes enfrenta desafíos relacionados con el crecimiento urbano y la intensificación de actividades humanas que contribuyen al aumento de los niveles de ruido. Un mapa de ruido permite identificar las fuentes principales de contaminación acústica, evaluar su impacto y planificar acciones para mitigar sus efectos negativos, fomentando un desarrollo sostenible que priorice la salud y el bienestar de los ciudadanos.

La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), como autoridad ambiental encargada de la jurisdicción, desempeña un papel fundamental en la promoción de iniciativas de gestión ambiental, incluido el control del ruido ambiental. En cumplimiento de la normativa ambiental vigente en Colombia, como el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 0627 de 2006, la CVS tiene la responsabilidad de garantizar que los niveles de ruido se mantengan dentro de los límites establecidos, protegiendo tanto a la población como al entorno natural.

De acuerdo con lo anterior se desarrolla el presente documento para la elaboración del *Mapa de Ruido del Municipio de Sahagún, Córdoba* como base fundamental para realizar el diagnóstico, manejo, control y seguimiento de las problemáticas de ruido.

La realización del mapa de ruido no solo ayuda al cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes, sino que también se convierte en una herramienta estratégica para la planeación territorial y la implementación de políticas públicas. Esto incluye la identificación de zonas más afectadas, la protección de áreas sensibles y la sensibilización de la comunidad sobre la importancia de reducir el impacto acústico. En este sentido, el mapa de ruido es un paso esencial para garantizar un ambiente acústico saludable y un mejor futuro para los habitantes.

2. ALCANCE

Los estudios de ruido son herramientas fundamentales para el análisis, control y gestión de la contaminación acústica en cualquier entorno. Estos ofrecen datos precisos y cuantificables sobre las fuentes de ruido y sus efectos, facilitando la planificación de soluciones efectivas. Así mismo facilitan la delimitación de zonas de amortiguamiento acústico y la creación de planes de manejo ambiental para garantizar la prevención, corrección y/o mitigación de los impactos negativos en sectores con alta actividad ruidosa.

EL presente estudio contempla las acciones tomadas para determinar y evaluar los niveles de presión sonora y el estado general de la contaminación acústica en el municipio de Sahagún, Córdoba teniendo en cuenta los niveles máximos permisibles dispuestos en la normatividad legal vigente y algunos estándares internacionales, de tal manera que las anteriores sean herramientas de análisis para la toma de decisiones con relación a los niveles de ruido presentes en el área urbana del municipio.

Para esto se tomó como línea base la información general del municipio como ubicación, división político-administrativa, demografía, entre otros, tomadas de fuentes oficiales como la Alcaldía Municipal. Se identificaron las normas aplicables al estudio para establecer y delimitar las zonas afectadas por contaminación por ruido.

El análisis se limita al área urbana del municipio de Sahagún toda vez que en esta área se concentran la mayor parte de zonas de interés para los estudios de ruido. Así mismo es de resaltar que, las mediciones y análisis realizados por el equipo de trabajo se ajustaron a lo definido en la ley y algunos estándares internacionales con relación a la medición del ruido.

3. GLOSARIO

Se definen la terminología técnica usada en el presente estudio con el fin de facilitar la comprensión del presente estudio denominado *Mapa de Ruido del Municipio de Sahagún, Córdoba*. Para efectos del presente ítem se tomaron las definiciones presentadas en la Resolución 0627 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y demás fuentes oficiales.

- **Acústica.** Rama de la ciencia que trata de las perturbaciones elásticas sonoras. Originalmente aplicada sólo a los sonidos audibles.
- **Ancho de banda.** Extensión del espectro de las frecuencias comprendidas en el interior de una banda. Se mide por la diferencia entre las frecuencias extremas de aquella.
- **Autopista.** Vía de calzadas separadas, cada una con dos (2) o más carriles, control total de acceso y salida, con intersecciones en desnivel o mediante entradas y salidas directas a otras carreteras y con control de velocidades mínimas y máximas por carril.
- **Banda de octava.** Es un grupo de frecuencias en torno a una banda central que cumplen la relación $f_2=2f_1$ y además, $f_c = (f_1 \times f_2)^{1/2}$ f_c son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75. La percepción del oído humano contiene aproximadamente 10 bandas de octava.
- **Base de Datos Geográfica.** Conjunto de datos espaciales organizados que permiten el análisis y la gestión del territorio mediante el uso de aplicaciones y herramientas Geográficas. Se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos

Espaciales (IDE) y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográfica.

- **Calibración.** Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores reportados por patrones. El resultado de la calibración permite tanto la asignación de valores a las indicaciones de la magnitud a medir como la determinación de las correcciones con respecto a las indicaciones.
- **Campo sonoro.** Es la región del espacio en las que existen perturbaciones elásticas.
- **Dato Ráster:** Los objetos se describen con una o varias celdas encadenadas que no se superponen ni dejan espacios vacíos. La geometría se puede describir por medio de celdas vecinas que tengan el mismo atributo. Cada celda se define con una fila, una columna y un valor que representa el atributo, así el aspecto temático del terreno está ligado directamente a la posición del objeto. Se recomienda para zonas extensas, para escalas pequeñas, para desarrollar análisis complejos o para procesar imágenes. En su forma más simple el modelo Ráster consiste en una grilla regular de celdas rectangulares o cuadradas. Cada elemento lo define su localización y un valor. La localización de cada celda (pixel) se define por su fila y columna y el valor lo define el atributo del elemento. La resolución está determinada por el tamaño de la celda ya que en general cada celda sólo puede poseer un valor de atributo.
- **Dato Vectorial:** El modelo topológico se describe mediante tablas en que se almacena relaciones entre punto o nodo, se define como arco lo que une dos nodos, línea como una cadena o secuencia de arcos que no se interceptan y polígono como una cadena cerrada. Cada entidad puede representarse como punto, línea o polígono. Tiene una forma, tamaño,

localización y sus relaciones espaciales. Se recomienda cuando se quieren establecer áreas, redes, distancias, líneas de frontera.

- **Db(A)**. Unidad de medida de nivel sonoro con ponderación frecuencial (A).
- **Decibel (dB)**. Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:

$$\text{Log R} = 1\text{dB}/10$$

Donde R= razón de energía, potencia o intensidad

- **Emisión de ruido**. Es la presión sonora que, generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.
- **Espacio público**. Conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los estándares de los intereses individuales de los habitantes.
- **Espacio privado**. Se ha de entender no sólo como aquel sobre el cual ejerce dominio, mediante su propiedad, un grupo o persona determinada, sino como una espacialidad que tiene características diferentes y que está compuesta en primer lugar del espacio individual, que proporciona la intimidad y cuyo acceso es prohibido (negativo), limitado, como la vivienda como su más estrecha acepción: el techo. Bajo esta nominación se incluyen además todas aquellas espacialidades que tienen un acceso limitado por la propiedad de este como son los lugares de trabajo, oficinas, fábricas y en general todos aquellos espacios sobre los cuales existe un estricto control por parte del interés particular.
- **Frecuencia (λ) (Hz)**. En una función periódica en el tiempo, es el número de ciclos realizados en la unidad de tiempo ($\lambda = c/s$). La frecuencia es la inversa del período. La unidad es el Hertzio (Hz) que es igual a 1/S.
- **Incertidumbre de medición**. Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos a la magnitud a medir. El parámetro puede ser,

por ejemplo, la desviación típica (o un múltiplo de esta), o la amplitud del intervalo de confianza. La incertidumbre de medición comprende, en general, muchos componentes. Algunos de ellos pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden ser caracterizados mediante desviaciones típicas experimentales. Los otros componentes, que pueden también ser caracterizados por desviaciones típicas, son evaluados a partir de distribuciones de probabilidad asumida, basadas en la experiencia u otra información. Se entiende que el resultado de la medición es el mejor estimado del valor de la magnitud a medir y de todos los componentes de la incertidumbre que contribuyen a la dispersión, incluyendo aquellos que surgen de los efectos sistemáticos tales como los componentes asociados con las correcciones y los patrones de referencia.

- **Índices de ruido.** Diversos parámetros de medida cuya aplicación está en función de la fuente productora del ruido y el medio donde incide. Ejemplos: L_{eq} , L_{10} , L_{90} , TNI.
- **L_{eq} .** Nivel sonoro continuo equivalente, es el nivel en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un período de tiempo T.
- **$L_{Aeq,T,d}$.** Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, evaluado en período diurno.
- **$L_{Aeq,T,n}$.** Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, evaluado en período nocturno.
- **Medio ambiente.** Es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas.
- **Nivel (L).** En acústica, la incorporación del término Nivel a una magnitud, quiere decir que se está considerando el logaritmo decimal del cociente del

valor de la magnitud con respecto a otro valor de esta, tomado como referencia.

- **Nivel de presión sonora (Lp) (dB):** Es la cantidad expresada en decibeles y calculada según la siguiente ecuación: Donde: P = valor cuadrático medio de la presión sonora. P_0 = presión sonora de referencia, en el aire. (2×10^{-5} Pascales)
- **Nivel sonoro.** Es el nivel de presión sonora obtenido mediante las redes de ponderación A, B o C. La presión de referencia es 2×10^{-5} Pa.
- **Octava.** Intervalo entre dos frecuencias cuya relación es 2. Es corriente medir en octavas el intervalo que separa dos frecuencias cualesquiera; para ello, basta hallar el logaritmo en base 2 de la relación de frecuencias.
- **Plan de Ordenamiento Territorial (POT).** Instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal y se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.
- **Pistófono.** Es una pequeña cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida en el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para efectuar calibraciones de sonómetros.
- **Presión sonora.** Es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto cuando existe una onda sonora y la presión estática en dicho punto.
- **Reflexión.** Es el fenómeno por el cual una onda, después de incidir sobre una superficie, se propaga en el mismo medio con sentido diferente al anterior. El rayo reflejado forma con la normal a la superficie reflectora el mismo ángulo que forma el rayo incidente con dicha normal.
- **Ruido acústico.** Es todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad.

- **Ruido de baja frecuencia.** Es aquel que posee una energía acústica significativa en el intervalo de frecuencias de 8 a 100 Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores diésel de trenes, barcos y plantas de energía y, puesto que este ruido es difícil de amortiguar, se extiende fácilmente en todas direcciones y puede ser oído a muchos kilómetros.
- **Ruido de fondo.** Ruido total de todas las fuentes de interferencia en un sistema utilizado para producción, medida o registro de una señal, independiente de la presencia de la señal, incluye ruido eléctrico de los equipos de medida. El ruido de fondo se utiliza algunas veces para expresar el nivel medido cuando la fuente específica no es audible y, a veces, es el valor de un determinado parámetro de ruido, tal como el L90 (nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición).
- **Ruido específico.** Es el ruido procedente de cualquier fuente sometida a investigación. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias.
- **Ruido impulsivo.** Es aquel en el que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto, por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.
- **Ruido residual.** Ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico. No debe confundirse con el ruido de fondo.
- **Ruido tonal.** Es aquel que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dBA que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas, tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídas como tonos.

- **Sonido.** Sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de comprensión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no.
- **Sonómetro.** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.
- **Umbral de audición.** Es la mínima presión sonora eficaz que debe tener una señal para dar origen a una sensación auditiva, en ausencia de todo ruido. Se expresa generalmente en dB.
- **Unidad de medida.** Magnitud particular, definida y adoptada por convenio, con la cual son comparadas otras magnitudes del mismo tipo para expresar la cantidad relativa a esa magnitud. Las unidades de medida tienen asignados convencionalmente nombres y símbolos. Las unidades de las magnitudes de la misma dimensión pueden tener los mismos nombres y símbolos aun cuando las magnitudes no sean del mismo tipo.
- **Vía.** Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales.
- **Vía arteria.** Vía de un sistema vial urbano con prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías, con excepción de la vía férrea y la autopista.
- **Vía principal.** Vía de un sistema con prelación de tránsito sobre las vías ordinarias. Vía ordinaria. La que tiene tránsito subordinado a las vías principales.
- **Vía troncal.** Vía de dos (2) calzadas con ocho o más carriles y con destinación exclusiva de las calzadas interiores para el tránsito de servicio público masivo.
- **Vías de alta circulación vehicular.** Las contempladas en la Ley 769 de 2002 como vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Realizar el Mapa Estratégico de Ruido para el municipio de Sahagún, Córdoba; de acuerdo con lo definido en la Resolución 0627 de 2006 del MAVDT, como herramienta de diagnóstico del estado de la situación acústica del área urbana del municipio.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de ruido existentes en el área urbana del municipio de Sahagún, Córdoba, utilizando técnicas de modelación matemática y geoestadística.
- Realizar el inventario y caracterización de las principales fuentes de emisión de ruido presentes en el área de estudio. Incluir las PQR's de la comunidad dentro del análisis del estudio con relación a áreas de interés.
- Desarrollar el modelo cartográfico del comportamiento del ruido en el municipio de Sahagún en 2D y 3D.
- Realizar un análisis del comportamiento del ruido en el municipio de Sahagún con relación a los niveles máximos permisibles dispuestos en la normatividad nacional legal vigente.
- Presentar un diagnóstico de las condiciones de los niveles de ruido en el municipio a partir de los resultados del estudio; mapas de Ruido, mapas de Conflicto por Ruido y porcentajes de población expuesta incorporando el Índice de Calidad Ambiental Urbana - ICAU para el componente ruido.

5. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

El contexto legal que aborda la problemática del ruido ambiental en el país se encuentra detallado y resumido en la siguiente tabla. En ella, se proporciona una visión general de la diversidad de normativas relacionadas con esta cuestión. Se incluye información relevante sobre el tipo de regulación vigente, el alcance de su

aplicación, y si dentro de sus disposiciones se establecen niveles sonoros permisibles que deben ser respetados en diferentes contextos y situaciones. Esta tabla constituye una herramienta esencial para comprender la estructura y alcance del marco legal en torno al ruido ambiental en el país, lo que facilita la gestión y el cumplimiento de las normativas correspondientes.

Tabla 1. Normativa nacional e internacional aplicable a los estudios de ruido

Normativa	Ámbito	Descripción
Decreto 948 de 1995	Nacional	Regula el Ruido ambiental y ruido de emisión. Prevención y control de la contaminación atmosférica.
Resolución 8321 de 1983	Nacional	Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos
Ley 1454 de 2011	Nacional	Ruido según uso del suelo. Ley orgánica de ordenamiento territorial.
Ley 769 de 2002	Nacional	Código nacional de tránsito terrestre. Emisión de ruido.
Resolución 0627 de 2006	Nacional	Regula los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en Colombia según la clasificación del uso del suelo. Establece métodos de medición y horarios aplicables.
Ley 1333 de 2009	Nacional	Procedimiento sancionatorio ambiental por ruido
Decreto 1076 de 2015	Nacional	Decreto único reglamentario del sector ambiental en Colombia. Incluye disposiciones sobre contaminación acústica y mecanismos de control ambiental.
Ley 1801 de 2016	Nacional	Código Nacional de Policía y Convivencia. Ruido comunitario
Decreto 2811 de 1974	Nacional	Decreto por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Normativa	Ámbito	Descripción
Ley 99 de 1993	Nacional	Ley marco de política ambiental en Colombia. Establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y las competencias de las autoridades ambientales, como las CAR, para mitigar y controlar la contaminación ambiental.
Constitución Política de 1991, Artículo 79	Nacional	Consagra el derecho de todas las personas a disfrutar de un ambiente sano y la obligación del Estado de protegerlo y garantizar su sostenibilidad.
ISO 1996: 2020	Internacional	Proporciona directrices generales para la medición, evaluación y presentación de ruido ambiental.
ISO 9613-2:1996	Internacional	Establece el método para calcular la atenuación del sonido en exteriores, considerando factores como la propagación y obstáculos.
ISO 8297:1994	Internacional	Acústica — Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales — método de ingeniería.
CNOSSOS-EU:2021/2015	Internacional	Acústica — Determinación de los niveles de potencia sonora producto de la operación vehicular – Método Carreteras
Directiva 2002/49/CE	Internacional (Unión Europea)	Marco normativo para la evaluación y gestión del ruido ambiental. Establece la obligación de realizar mapas de ruido y planes de acción para mitigar los efectos del ruido en las áreas urbanas.
OMS - Directrices sobre Ruido Ambiental (2018)	Internacional	Recomienda niveles de ruido para proteger la salud humana, proporcionando valores límite para diferentes entornos y actividades.
Norma Técnica Colombiana NTC 4595	Nacional	Establece los procedimientos técnicos para la medición del ruido en ambientes laborales y exteriores en Colombia.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Normativa	Ámbito	Descripción
Norma Técnica Colombiana NTC 5375	Nacional	Proporciona metodologías específicas para realizar estudios de impacto acústico en proyectos de desarrollo.

Fuente: elaboración propia, 2024

Resolución 0627 del 07 de abril de 2006.

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

Esta normativa define el marco referencial para la emisión de ruido y ruido ambiental, esto incluye definiciones, procesos y procedimiento de medición, límites máximos permisibles, procesamiento de datos, trazado de mapas de ruido y la necesidad de diseñar e implementar planes de descontaminación por ruido en las áreas consideradas como prioritarias. Por otra parte, contempla los aspectos relevantes para la vigilancia y control de cumplimiento de la norma y se consagra que la competencia para el trazado de mapas de ruido está en cabeza de las Corporaciones autónomas regionales, las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales ya que son los entes de evaluación, control y seguimiento ambiental.

En el contexto de esta normativa, se establecen las definiciones y criterios para la clasificación de horarios diurnos y nocturnos, los cuales se describen de la siguiente manera:

Tabla 2. Horarios establecidos por la Resolución 627 de 2006

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

Para el desarrollo del Mapa Estratégico de Ruido (MER) de Sahagún, se enmarcó el proyecto en los estándares máximos permisibles de ruido ambiental por cada sector y subsector normativo (actividad y tipo de actividad). Los sectores relacionados son:

- Sector A. Tranquilidad y silencio

- Sector B. Tranquilidad y ruido moderado
- Sector C. Ruido intermedio restringido
- Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado

En la siguiente tabla, se establecen los niveles máximos permisibles de Ruido Ambiental y Ruido Emisión para los sectores mencionados anteriormente, según el Artículo 17 del Capítulo III de la Resolución 627 de 2006.

Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de Ruido Ambiental dB (A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	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	55
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos	70	55

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de Ruido Ambiental dB (A)	
		Día	Noche
	y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.		
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales.		

Fuente: Adoptado de la Resolución 0627 de 20006 – MAVDT

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

6. GENERALIDADES

Este apartado permite contextualizar el estudio identificando las generalidades del municipio de Sahagún y demás aspectos relevantes que servirán como insumo para la interpretación y análisis de los resultados arrojados por las mediciones.

6.1. Aspectos generales del municipio de Sahagún, Córdoba

Sahagún, municipio del departamento de Córdoba, Colombia, fue fundado en 1776 por Antonio de la Torre y Miranda y fue erigido como municipio en 1834. En 1873 hubo un movimiento de integración popular que reclamaba la adjudicación

de terrenos baldíos a favor del municipio. La revuelta tuvo sus frutos ya que el 20 de enero del año siguiente la Notaría de Chinú corrió la escritura a favor del municipio de Sahagún. En 1934 fue elevado a la categoría de municipio perteneciente al departamento de Bolívar hasta tanto fue creado el de Córdoba.

Su toponimia se debe a la villa del mismo nombre, Sahagún, en la provincia de León (España). El origen de esta villa leonesa está en el templo erigido en recuerdo del martirio de los santos Facundo y Primitivo, hacia 304, lugar que la piedad cristiana llamó Domnos Sanctos (Señores Santos). En el lugar de su enterramiento se levantó un templo bajo su advocación, apareciendo en las fuentes como «Sanctus Facundus», que fue derivando en «Sanct Fagunt» y «Sant Fagun», y «Safagun», y más tarde la 'f' perdió su sonoridad para convertirse en 'h' muda, resultando el actual topónimo de Sahagún. (Alcaldía Municipal de Sahagún).

Mucho tiempo antes de ser ocupados por una población de orígenes blancos, Mestizos, pardos y negros, el municipio de Sahagún contó en su territorio con Predominante comunidad de etnia Zenú, aun cuando por la posición Geográfica recibió también asistencia poblacional de otro grupo de indígena tal como los Malibúes que penetró por la Depresión Momposina. En época prehispánica el territorio de Sahagún fue zona Intermedia de antiguos habitantes de Sabanas, ubicado entre fraternales provincias de cacicazgos de parentela Zenú: Panzenú de Tacasuán y Finzenú de Momil y Ciénaga de Oro. (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA MUNICIPAL, 2013-2015)

En la actualidad Sahagún, Córdoba es un municipio con gran riqueza cultural, reconocido como por su folclor comprendido como una de las manifestaciones de la cultura más e incluye, por lo tanto, las leyendas, los cuentos, las danzas, las tradiciones, la música y multitud de expresiones artísticas diversas.

Ilustración 1. Zona urbana del municipio de Sahagún, Córdoba

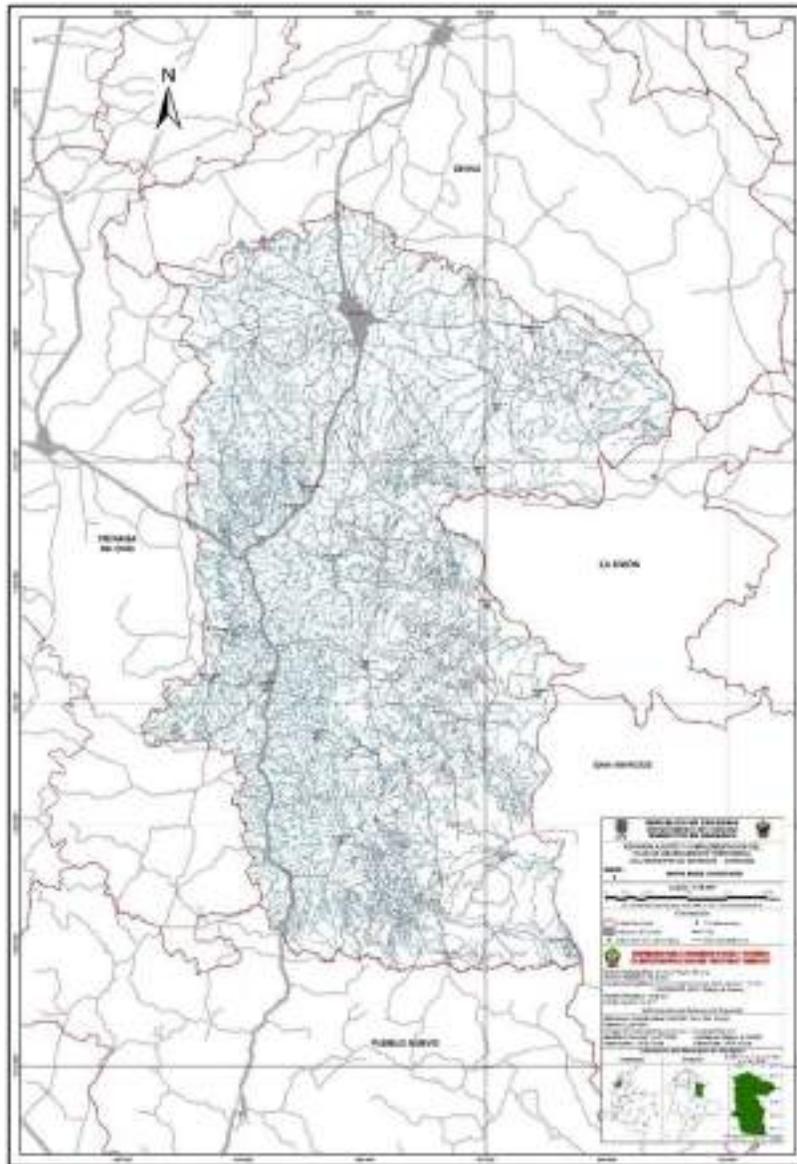
Fuente: extraída de página web de la Alcaldía Municipal de Sahagún, 2024

6.2. Ubicación

Según lo definido en el Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 el municipio de Sahagún está ubicado en la parte nororiental del departamento de Córdoba, y su cabecera municipal se encuentra localizada a los $08^{\circ} 56' 58''$ de latitud norte y $75^{\circ} 26' 52''$ de longitud oeste. Se encuentra a 71 Km de la capital del departamento; a una altura de 75 m.s.n.m. y una temperatura media de 26.9°C .

El Municipio de Sahagún tiene una extensión superficial total de aproximadamente 992 Km² distribuidos en área rural con 322 km² y área urbana con 670 km². Sus límites son los siguientes: Norte. Municipio de Chinú. Sur. Municipio de Pueblo Nuevo. Este. Con los Municipios de Chinú y La Unión. Oeste. Municipio de Ciénaga de Oro.

Mapa 1. Localización del municipio de Sahagún



Fuente: Tomado de (CORDECOR, 2014)

6.3. División político- administrativa

El municipio está conformado, además de la cabecera municipal, por treinta y cuatro (34) corregimientos, setenta y siete veredas y sus caseríos.

CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

Tabla 4. División político-administrativa del municipio de Sahagún

Corregimientos	Veredas	Caseríos
Cabecera Municipal	Sahagún (Cabecera Municipal) La Mana, Ranchería	Los Placeres De Don Gabriel La Alpujarra
Aguas Vivas	Aguas Vivas	La Envidia, Villavicencio
Arenas Del Norte	Arenas Del Norte Agua Dulce La Burra La Culebra Las Sabanitas Maturín	Bicho El Tesoro Candelilla
Bajo Grande	Bajo Grande	Los Venados, La Esmeralda, El Silencio
Catalina	Catalina El Atascoso	Los Vegas, Cayo De Flecha, Villa Lucia, El Congo, Espina Del Pescado, Patio Bonito, La Florida
Colomboy	Colomboy El Algodón Bruselas La Colina La Curva	Colón
El Crucero	El Crucero La Corocita	Kilómetro 9 Alemania
El Dividivi	El Dividivi La Floresta Las Aldanas Palo Quemado Sabana De La Fuente	San Gabriel, La Esperanza, La Balsa, El Crucero, Rivalencia, San Miguel
El Guaimarito	El Guaimarito	La Compañía
El Olivo	El Olivo La Padilla San Francisco	La Esmeralda, Santa Cecilia, San Carlos, San Lucas, Pajonal
El Roble	El Roble	
El Viajano	El Viajano	Los Laureles, La Candelaria, Kilómetro 4, Kilómetro 5
Guayabal La Ye	Guayabal La Ye La Balsa	El Algodón El Campano
Kilómetro 34	Kilómetro 34 Las Cumbres	Kilómetro 35, Kilometro 32, Las Estancias, Parcelas De Gallo Salao

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

Corregimientos	Veredas	Caseríos
La Quebrada	La Quebrada	
La Ye	La Ye La Música Las Huertas	Berlín, Cantamono
Las Aguaditas	Las Aguaditas	
Las Bocas	Las Bocas	Los Rosales
Las Llanadas	Salsipuedes Rincón Grande Las Llanadas	Las Parcelas No Hay Como Dios, Gato Caro, Parcelas Nuevo Orien
Las Manuelitas		Loma Santana, Palmita, La Pileta
Los Amarillos	El Amarillo Trementino Abajo Venado Central	Trementino Medio, Trementino Medio A, Parcelas De Brasilia
Los Chibolos	Los Chibolos	Barro Pietro, Tres Esquinas
Los Galanes	Los Galanes El Corozo El León	Nueva Esperanza 1 y 2
Morrococoy	Morrococoy	Las Parcelas De Morrococoy, El Tigre, Los Rodríguez, Pita, Lucha
Pisa Flores	Pisa Flores	
Remolino	La Muerte (Montañita) Remolino Brisas Del Mar	Calle Nueva, Trementina, Remolino
Rodania	Rodania Las Cruces Morrocolcito	Calle Larga, Miralejos
Sabaneta	Sabaneta El Reparó	Los Manguitos, San Juan Viejo
Salguerito	Salguerito Escobalito Pitalito	No Hay Como Dios, Las Marias
San Andrecito	San Antonio Nube De Agua	Los Barriles, El Kiki
Salitral	Salitral	
San Andrecito	San Andrecito	
Santiago De Abajo	Santiago De Abajo El Orgullo	Barranca Seca, Km 12, Pata Vaca
Trementino	Trementino Bulero Trementino	

Fuente: Plan de desarrollo municipal 2020-2024

Cabecera municipal

Los barrios de la cabecera urbana del municipio de Sahagún son los siguientes:

Tabla 5. División político- administrativa cabecera municipal

Barrios			
Renacer	María auxiliadora	San pedro	Miraflores
3 de mayo	El socorro	Nueva granada	El centro
El prado	San juan etapa 1	Andrés Rodríguez	Costa norte
Camilo torres	Santa lucia	kibuth	Portal del caribe
irlanda	Mamonal etapa 2	Palma verde	Bernardo duque
Belalcázar	corocito	Simón bolívar	Centenario
Alfonso López	mamonal	El porvenir	Bosque centro
San Rafael	San Nicolás	Las mercedes	Venecia
Bisas de Córdoba	venecia	Tulio juvenal quintero	Nueva esperanza
La paz	Portal de Jesús	Musa besaile	Miguel barrios
Sagrado corazón de Jesús	16 de junio	Los laureles	San José
San isidro	El Carmen	Las Américas	guayabal
La cruz	Playa rica	miramar	Bosque baraji
El triunfo	corea	ranchería	La alpujarra
Isla capi	Las palmas	Portal de san juan	La gua
San juan etapa 2	Altos de poblado		

Fuente: Plan de desarrollo municipal 2020-2024

6.4. Categorización

La categorización de los municipios establecida por el Ministerio del Interior de Colombia juega un papel crucial en la elaboración de mapas de ruido y la toma de decisiones, ya que permite priorizar esfuerzos y recursos en las áreas con mayor impacto ambiental y social. Los municipios más grandes, densamente poblados o de mayor importancia económica suelen ser priorizados, asegurando que las medidas de gestión del ruido se enfoquen en los lugares donde más se necesitan. Además, esta categorización garantiza que las normativas y directrices se adapten a las particularidades de cada tipo de municipio, como zonas urbanas, rurales o

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

turísticas, lo que permite diseñar políticas específicas y efectivas para cada contexto.

En términos de planificación urbana y gestión ambiental, los mapas de ruido, apoyados en la categorización, son herramientas clave para implementar soluciones sostenibles, como barreras acústicas o regulaciones horarias, especialmente en áreas densamente pobladas. Asimismo, se protegen mejor la salud y el bienestar de la población, ya que las acciones de mitigación se enfocan en los efectos específicos del ruido, como el estrés, los problemas de sueño o el impacto en ecosistemas sensibles, según las características de cada municipio.

La categorización también favorece una toma de decisiones basada en datos precisos y relevantes para cada contexto, lo que optimiza la asignación de recursos y la implementación de medidas efectivas. Además, en el marco de normativas internacionales, como la Directiva Europea sobre Ruido Ambiental, esta clasificación facilita el cumplimiento de las obligaciones legales, asegurando la elaboración de mapas de ruido y planes de acción para las zonas más afectadas.

Según el plan de desarrollo municipal de Sahagún, Córdoba este es considerado una entidad territorial de la división político-administrativa del estado colombiano, que cuenta con autonomía política, fiscal y administrativa, pero con las limitaciones que otorga la Constitución en los Artículos 311 a 321, en las leyes 136 de 1994, 617 de 2000, 717 de 2001 y 1551 de 2012; según la caracterización del Ministerio del Interior para el año 2024 el municipio de Sahagún presenta las siguientes características:

Tabla 6. Categorización del municipio de Sahagún, Córdoba

Código CGN	Municipio	Nombre	ICLD Contraloría (Miles de Pesos)	Gastos Funcionamiento Contraloría (Miles de Pesos)	% Gastos Funcionamiento /ICLD	Categoría
216023660	Sahagún	Departamento De Córdoba	19.762.560	17.618.306	89,15%	6

Fuente: tomado de Categorización por municipio 2024, Contraloría General de la Nación.

6.5. Demografía

El estudio del estado y de la dinámica poblacional y su evolución, son fundamentales a fin de diseñar programas para el desarrollo de los municipios y países. El tamaño de la población, la edad de los residentes, el género, la ocupación, los niveles de educación, niveles de ingreso, el estado civil, son solo algunas de las variables utilizadas para establecer sus estrategias de trabajo en los diferentes campos de aplicación.

Así mismo esta dinámica aumenta la demanda de servicios y bienes como transporte, vivienda, servicios públicos, etc. Lo que indica un reto para los municipios y las autoridades ambientales para que este crecimiento se dé de forma sostenible.

En el departamento de Córdoba, con un volumen de la población, Montería, Lórica, Sahagún y Cereté son los únicos municipios de Córdoba con más de 100.000 habitantes y representan el 46% del total de personas del departamento.

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE, 2018 el municipio de Sahagún cuenta con un total de 94.020 personas censadas y un total de 107.636 población ajustada por omisión distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 7. Total de mujeres y hombres

Hombres	Mujeres
46.616	47.404
por cada 100 habitantes hay 50 hombres y por cada 100 mujeres hay 98 hombres	por cada 100 habitantes hay 50 mujeres

Fuente: tomada de Censo DANE 2018

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

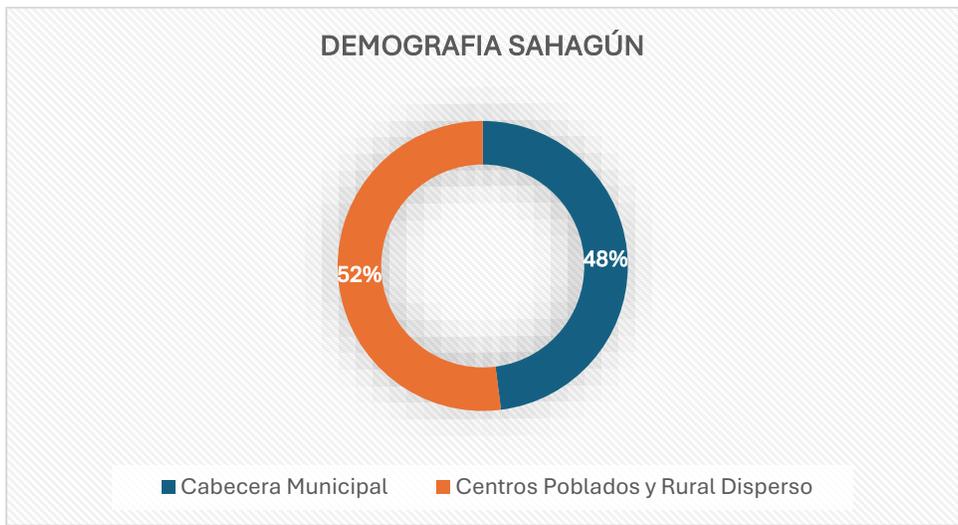
Para el presente año (2024) el comportamiento poblacional de acuerdo con las proyecciones del DANE 2018 serán las siguientes:

Tabla 8. Demografía según el área

Año	Área Geográfica	Población
2024	Cabecera Municipal	55.704
2024	Centros Poblados y Rural Disperso	60.365
2024	Total	116.069

Fuente: tomada de Censo DANE 2018

Ilustración 2. Grafica de demografía según el área



Fuente: elaboración propia con información del Censo DANE 2018

Tabla 9. Clasificación etaria

Clasificación	Detalle	No. De Personas	Masculino	Femenino
Etapa del ciclo de vida	Primera infancia 0 – 5 años	9.698	4.915	4.783
Etapa del ciclo de vida	Infancia 6 – 11 años	10.787	5.514	5.273
Etapa del ciclo de vida	Adolescencia 12- 18 años	12.962	6.629	6.333
Etapa del ciclo de vida	Juventud 14 – 26 años	23.623	11.955	11.668

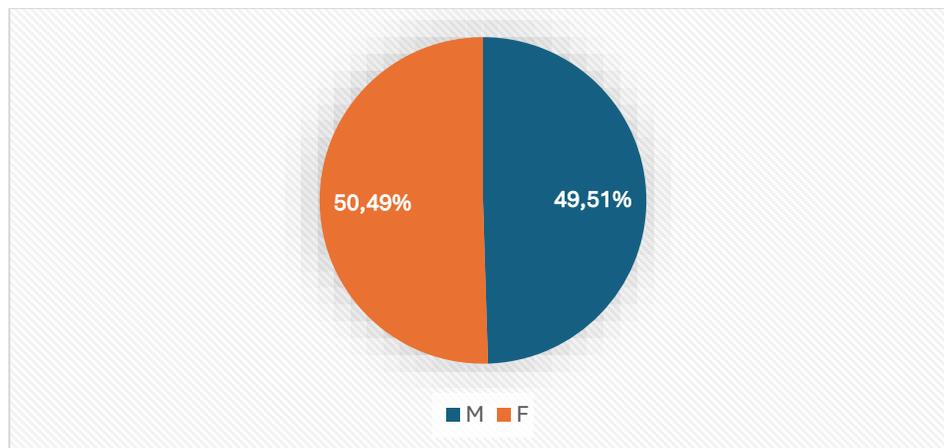
MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Clasificación	Detalle	No. De Personas	Masculino	Femenino
Etapa del ciclo de vida	Adultez 27 – 59 años	48.467	23.715	24.752
Etapa del ciclo de vida	Vejez 60 años y más	19.811	9.484	10.327
Etaria (Edad)	0 a 14 años	26.019	13.260	12.759
Etaria (Edad)	15 a 19 años	9.273	4.738	4.535
Etaria (Edad)	20 a 59 años	60.966	29.985	30.981
Etaria (Edad)	Mayor de 60 años	19.811	9.484	10.327

Fuente: tomada de Censo DANE 2018

En la actualidad se presenta un equilibrio poblacional en la variable de género en el municipio de Sahagún, con una diferencia del 0,98 %, lo que se traduce en un empate técnico en la distribución de sexo opuesto, solo por una diferencia de 1135 habitantes a favor del género femenino.

Ilustración 3. Población desagregada por sexo

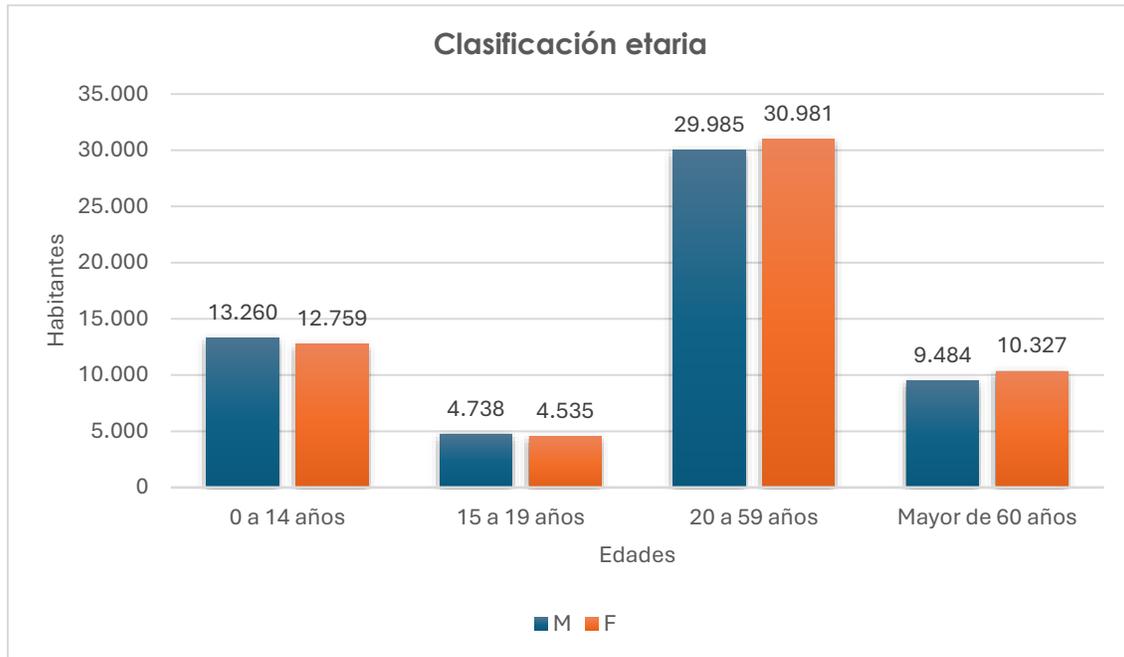


Fuente: DANE - Proyecciones de población con base en el Censo 2018. Elaboración DNP – 2024

Los datos reflejan que la población se encuentra compuesta en su mayoría por personas entre 15 y 59 años 70.239 habitantes, equivalente al 60,51 %, mientras que su población menor a 15 años es de 26.019 habitantes equivalente al 22,42 %, sobre el total de habitantes del municipio, y el 17,07 % equivalente a 19.811 habitantes son personas de 60 años o más.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 4. Clasificación etaria del municipio de Sahagún



Fuente: DANE - Proyecciones de población con base en el Censo 2018. Elaboración DNP – 2024

Se espera que al 2035 el comportamiento sea el siguiente.

Tabla 10. Proyecciones demográficas por área

Mpio	Dpmp	Año	Área Geográfica	Población
23660	Sahagún	2024	Cabecera Municipal	55.704
23660	Sahagún	2024	Centros Poblados y Rural Disperso	60.365
23660	Sahagún	2024	Total	116.069
23660	Sahagún	2025	Cabecera Municipal	55.919
23660	Sahagún	2025	Centros Poblados y Rural Disperso	61.069
23660	Sahagún	2025	Total	116.988
23660	Sahagún	2026	Cabecera Municipal	56.094
23660	Sahagún	2026	Centros Poblados y Rural Disperso	61.743
23660	Sahagún	2026	Total	117.837

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

Mpio	Dpmp	Año	Área Geográfica	Población
23660	Sahagún	2027	Cabecera Municipal	56.302
23660	Sahagún	2027	Centros Poblados y Rural Disperso	62.359
23660	Sahagún	2027	Total	118.661
23660	Sahagún	2028	Cabecera Municipal	56.471
23660	Sahagún	2028	Centros Poblados y Rural Disperso	62.952
23660	Sahagún	2028	Total	119.423
23660	Sahagún	2029	Cabecera Municipal	56.654
23660	Sahagún	2029	Centros Poblados y Rural Disperso	63.499
23660	Sahagún	2029	Total	120.153
23660	Sahagún	2030	Cabecera Municipal	56.836
23660	Sahagún	2030	Centros Poblados y Rural Disperso	64.015
23660	Sahagún	2030	Total	120.851
23660	Sahagún	2031	Cabecera Municipal	57.000
23660	Sahagún	2031	Centros Poblados y Rural Disperso	64.539
23660	Sahagún	2031	Total	121.539
23660	Sahagún	2032	Cabecera Municipal	57.154
23660	Sahagún	2032	Centros Poblados y Rural Disperso	65.049
23660	Sahagún	2032	Total	122.203
23660	Sahagún	2033	Cabecera Municipal	57.271
23660	Sahagún	2033	Centros Poblados y Rural Disperso	65.544
23660	Sahagún	2033	Total	122.815
23660	Sahagún	2034	Cabecera Municipal	57.355
23660	Sahagún	2034	Centros Poblados y Rural Disperso	66.041

Mpio	Dpmp	Año	Área Geográfica	Población
23660	Sahagún	2034	Total	123.396
23660	Sahagún	2035	Cabecera Municipal	57.459
23660	Sahagún	2035	Centros Poblados y Rural Disperso	66.493
23660	Sahagún	2035	Total	123.952

Fuente: tomada de Censo DANE 2018

6.6. Economía

El sector socioeconómico del municipio de Sahagún gira en torno a la ganadería, la pesca, la agricultura, el comercio y la cría porcina; el municipio además tiene importantes reservas de gas natural en la zona del corregimiento de Santiago, sobre la ruta de El Viajano, el cual es llevado a las refinerías de Cartagena a través del gasoducto El Jobo-Mamonal.

Teniendo en cuenta los aspectos macro y microeconómicos se resalta que el municipio hace parte de las sábanas en compañía del municipio de Chinú, Pueblo Nuevo, San Andrés de Sotavento y Tuchín y se encuentra ubicado en un punto intermedio entre Montería y Sincelejo, los dos centros de mayor importancia de la región.

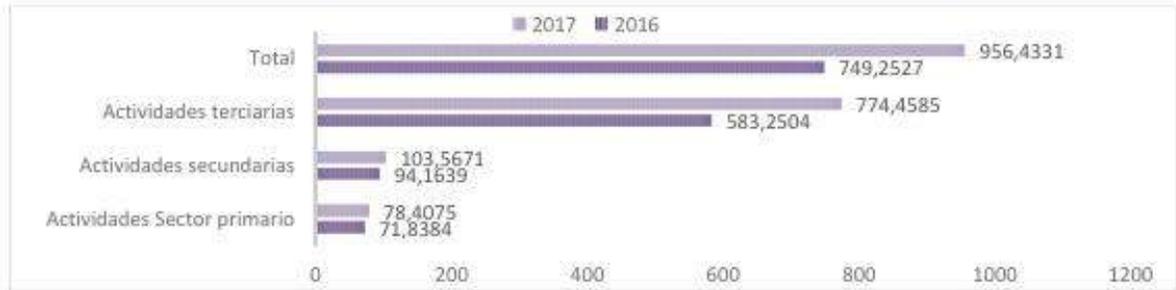
La mayoría de sus habitantes se concentran en el casco urbano y sustentan su economía en tres sectores.

- Sector primario, lo conforman las actividades económicas de agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, explotación de minas y cantera.
- Sector secundario que se refieren a las actividades manufactureras o de construcción.
- Sector terciario que incluye las actividades de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, comercio al por mayor y detal, transporte, alojamiento, servicios de comidas, información y comunicaciones, actividades financieras o de seguros, actividades inmobiliarias, actividades

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

profesionales, científicas, técnicas, administración pública y defensa, educación, salud, actividades artísticas de entretenimiento, recreación y otras actividades de servicio.

Ilustración 5. Valor agregado- unidad de medida: miles de millones de pesos corrientes DANE 2016-2017



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Sahagún 2020-2023

El directorio de empresas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el año 2018 habían registradas legalmente 422 empresas, colocando al municipio en el cuarto puesto con mayor número de empresas solo superado por Montería, Cereté, Loricá y Montelíbano.

6.7. Infraestructura vial

En los estudios de ruido uno de los factores fundamentales es la presencia de vías en la zona de estudio, ya que, su influencia en el aporte del ruido es de las de mayor contribución.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 el municipio de Sahagún se encuentra en un punto estratégico, en la denominada subregión de la sabana, lo que ha influenciado su dinámica económica y poblacional. (Municipio de Sahagún, 2020)

En concordancia con el Plan Vial Departamental la región de la sabana es atravesada de sur a norte por la troncal de occidente, y conecta con la troncal del caribe, vías de orden nacional que resultan trascendental para la

comunicación entre los distintos municipios y la capital del departamento permitiendo a la región poder establecer dinámicas de carácter político, comercial, institucional que propicia su desarrollo.

Al interior del municipio este es atravesado por la Vía Troncal de Occidente, en longitud de 51.25km, esta atraviesa de sur a norte, esta vía se encuentra pavimentada y construida con excelentes especificaciones dada su importancia, además en este tramo empalma con las vías la Yé- Montería y el Viajano- San Marcos, el corregimiento de la Yé se bifurca una vía pavimentada en buen estado que comunica al municipio con la capital del departamento, Montería y en el corregimiento de Viajano se bifurca otra de las vías principales del municipio, también pavimentada y en buen estado. (Municipio de Sahagún, 2020)

Estas vías son de constante tráfico vehicular y mantienen permanente actividad económica para el municipio, lo que hace que este segmento vial sea ruta única para la intercomunicación de muchas poblaciones importantes dentro y fuera del municipio y del departamento.

El sistema vial primario municipal está conformado por el conjunto de vías que integran la red o malla que permite la intercomunicación vial al interior y al exterior del municipio. Hacen parte de este sistema las vías nacionales y regionales que lo cruzan y las vías locales primarias.

El Municipio goza de una extensa red vial rural gracias a su topografía que va de plano a ondulado, esta red secundaria permite la comunicación entre la cabecera municipal y los principales centros poblados y con vías alternas a importantes municipios vecinos; se comunica con sus vecinos principalmente por medio de la Vía Troncal (Montería, Planeta Rica, Ciénaga de Oro, San Carlos, Chinú, Cereté, Pueblo Nuevo) y se comunica con los corregimientos y veredas por medio de carretables en regular y mal estado de los cuales algunos solo son transitables en época de verano. (Municipio de Sahagún, 2020)

Con relación a la infraestructura vías rural, el municipio cuenta con 421 kilómetros que permiten la comunicación descritos así.

Tabla 11. Distancia de las vías rurales

Inventario de vías rurales, distancia		
N°	Descripción de la vía	Distancia entre corregimientos (metros)
1	Sahagún Maturín	3,386
2	Sahagún Arenas Del Norte	5,935
3	Sahagún Ceibas De Leche Y Callejón	6,615
4	Sahagún La Floresta	4,94
5	Sahagún Sabanita Dividivi Límites Con Chinu	7,125
6	Sabanita Totumito Dividivi	5,17
7	Dividivi Crucero	2,936
8	Crucero Salguerito Escobalito Pitalito	11,102
9	Salguerito Catalins	4,21
10	Sahagún Las Llanadas Sabaneta Límite Con La Unión	19,02
11	Las Llanadas Los Manguitos El Reparó	7,376
12	Las Llanadas Rincóngrande Salsipuedes	10,100
13	Salsipuedes Límite Con La Unión	4,107
14	Las Llanadas Gato Caro	2,82
15	Las Llanadas Salguerito	5,38
16	Sahagún Catalina Límite Con La Unión	14,91
17	Cayo De Flecha Pisa Floresla Montañita	12,774
18	El Congo Buenos Aires	3,87
19	El Congo Los Galanes	1,24
20	Vía La Paz San Matías La Montañita Las Cruces	23,25
21	Rancheria El León Los Galanes	12,97
22	El León El Corozo Morrocóy La Lucha	16,094
23	Apartada Holanda Trementino Bula Las Manuelitas	9,72
24	Guaymarito Trementino Bula Morrocóy	11,06
25	La Curva A Morrocóy	7
26	Morrocóy Rodania Límite Con La Unión	15,88
27	Morrocóy La Padilla Chivolo Chimborazo	17,782
28	Apartada A Aguas Vivas Rodania	7,9
29	Las Cruces Morrocóycito Chivolo	5,9
30	La Padilla San Francisco El Olivo Troncal	9,96

Inventario de vías rurales, distancia		
N°	Descripción de la vía	Distancia entre corregimientos (metros)
31	La Padilla La Esmeralda La Corocita El Crucero	10,094
32	El Olivo Las Parcelas De San Carlos	2,32
33	Troncal Las Cumbres	4,41
34	El Crucero Santiago abajo	6,155
35	K 9 Santiago abajo	4,57
36	El Orgullo La Quebrada Vieja	10,38
37	Las Bocas Los Rosales La Quebrada Vieja	10,36
38	Las Bocas Barranca Seca El Orgullo	4,72
39	Apartada A San Antonio Nube De Agua	8,2
40	Troncal A Laguneta (Límite Con Ciénaga de Oro)	2,3
41	Colombo Bajo grande Límite con Ciénaga de Oro	4,13
42	Bajo Grande Venado	3,515
43	Bajo Grande Las Aguaditas	3,4
44	Troncal Aguaditas Límite con Ciénaga de Oro	4,42
45	Troncal El Campano Las Aguaditas	5,12
46	La Ye Salitral Venado	5,03
47	La Ye La Música	2,65
48	Apartada A Canta Mono	2,737
49	Guaymaro El Roble Las Huertas Límite Con Ciénaga	8,995
50	Sahagún La Culebra Loma Alta El Roble	10,022
51	Sahagún El Amarillo Límite Con Ciénaga	11,02
52	Apartada A Trementino Medio	2,88
53	El Corozo Los Galanes	2,88
54	Totumito San Gabriel Vía A La Floresta	2,58
55	La Mana Los Placeres De Don Gabriel	2,166
56	Las Cumbres San Antonio	3,2
57	Las Cumbres San Francisco	3,925
58	Las Cumbres El Olivo	4,13
59	Troncal Las Estancias	3,08
60	Troncal Gallo Salao	1,6
Total, Metros Vial		421,521

Fuente: tomado de Plan de Desarrollo Municipal de Sahagún 2020-2023

A pesar de tener una amplia red de caminos entre veredas y corregimientos, estos carecen de mantenimiento permanente y de adecuadas obras de drenaje, por lo

que muchos de estos caminos se deterioran cuando se desbordan los arroyos en épocas de inviernos.

El estado de las vías de la cabecera municipal no se encuentra inventariado, pero algunas vías presentan un estado de deterioro, en donde la principal causa del estado de los pavimentos del casco urbano de Sahagún, se debe a la rotura de las calles para adelantar obras que requieren los otros sistemas de servicio público, el municipio en estos momentos se encuentra adelantando la pavimentación de las calles del casco urbano, pero no se han adelantado acciones que permitan reconstruir los pavimentos deteriorados; otra razón del mal estado de las vías es la movilización de vehículos de transporte pesado en las vías interiores del municipio, debido a que no se cuenta con una terminal de carga y con una reglamentación para el desplazamiento de estos vehículos ni con un corredor diseñado para este fin. (Municipio de Sahagún, 2020)

En la Jerarquía al interior del casco urbano se mantienen como vías arteriales colectoras las carreras 2,5,6,12,13,15, las cuales recorren el tránsito que tienen por origen o destino la cabecera. También las calles 9,14,15,16,17,18 (Avenida del hospital) Diagonal 15B 21 son arterias colectoras transversales que, con las longitudes mencionadas, conforman anillos circulatorios los cuales permiten el tránsito continuo del casco urbano y hacia o desde otros municipios. (Municipio de Sahagún, 2020)

Las calles y carreras que se consideran vías primarias son:

- Carreras 12 y 13 entre Transversal 13 y Diagonal 15B (Anillo vial).
- Carreras 5 y 6, entre Calle 11 y Calle 18.
- Calle 18, Avenida del Hospital: Desde la salida hacia Arenas del Norte hacia Calle 17 y desde aquí hasta la Troncal en la vía a Sincelejo.
- Anillo vial Calle 6, Carrera 21, Calle 16, Diagonal 15B, Calle 19. Calle 19 entre Carreras 6 y Carrera 21, Calle 11 entre Carreras 6 y Troncal.

- Calle. 14 desde el anillo vial (Carrera 21) hasta la Diagonal 14 y continua por la Carrera 3 hasta la Troncal.
- Calle 15 desde la salida a las Llamadas hasta la Diagonal 14 y continua por la Carrera 3 hasta la Troncal.
- Carrera 2 entre Diagonal 7 (Troncal) y Calle 27.
- Calle 17 desde la Carrera 5 hasta la Carrera 13.
- Carrera 15 para salir a Ranchería y prolongarla hasta la vía de salida hacia Catalina.
- Vía de salida hacia Catalina. Diagonal 4W entre calle 18 y Carrera 5W (troncal)
- Carrera 2W entre calle 18 y calle 28.

En ese orden de ideas a futuro el POT establecen como vías primarias las siguientes:

- La vía de salida hacia La Sabanita, partiendo de la Avenida del Hospital.
- Un anillo vial que unirá la Calle 16 (salida a Las Llanadas) con la vía a La Sabanita y empalmar con el actual Anillo en la Calle 21.
- Las vías secundarias o de servicio hacen parte de las demás vías de la cabecera urbana que permiten un desplazamiento de los vehículos hasta las vías primarias, estas vías deben tener un programa de rehabilitación y mantenimiento, de manera que cumplan con las condiciones de servicio y satisfagan de igual forma las necesidades actuales y futuras de la cabecera urbana del municipio. (Municipio de Sahagún, 2020)

6.8. Usos del suelo en la cabecera urbana de Sahagún

La distribución del uso del suelo en el municipio de Sahagún refleja una dinámica variada que responde a las necesidades de desarrollo urbano y rural, con zonas específicas dedicadas a actividades comerciales, residenciales, institucionales, industriales, recreativas y ambientales. Según la información tomada de

(CORDECOR, 2014), los usos de suelo de Sahagún se presentan de la siguiente manera:

6.8.1. Uso comercial

El comercio en Sahagún está concentrado en varios corredores principales que estructuran la dinámica urbana. Gran parte de los establecimientos comerciales se encuentran en vías como la Carretera Troncal, donde predominan actividades especializadas, incluyendo talleres de reparación vehicular, estaciones de combustible, ferreterías, hoteles, moteles, bares y bodegas. Este eje también sirve como espacio para el comercio informal.

En la Avenida Centenario (Calle 18), entre la Carrera 1 (Troncal) y la Carrera 6, se desarrolla un comercio variado con establecimientos como panaderías, restaurantes, almacenes de repuestos, graneros y estaderos. Sin embargo, esta zona enfrenta problemas como congestión vehicular, contaminación auditiva y visual. Otro corredor relevante es la Calle 15, que alberga ferreterías, bancos, tiendas de ropa, calzado y venta de alimentos, además de ventas informales que suelen invadir el espacio público. De manera más regulada, la Carrera 11, entre las calles 11 y 16, concentra almacenes de ropa, papelerías y otros negocios organizados.

6.8.2. Uso institucional

El suelo destinado a actividades institucionales abarca una proporción significativa del área urbana y está compuesto principalmente por instituciones educativas, administrativas y de salud. Estas actividades se concentran en el sector oriental del municipio, particularmente en la Calle 16 y Calle 19, donde predominan los centros educativos, y en el Barrio Centro, que alberga oficinas gubernamentales y servicios médicos. Sin embargo, la ubicación de ciertas instituciones en áreas como la Calle 14 con Carrera 6 genera problemas de congestión vial. Aunque existen otras áreas institucionales en diferentes sectores, estas son de menor intensidad.

6.8.3. Uso industrial

La actividad industrial en Sahagún es limitada y está representada principalmente por dos grandes arroceras: Arrocera Sahagún y Arrocera Harina. Adicionalmente, el municipio cuenta con actividades menores relacionadas con el procesamiento de leche, la producción de muebles en ebanisterías, fábricas de bloques y otros productos. Estas industrias, aunque específicas, desempeñan un rol importante en la economía local.

6.8.4. Uso recreativo

El espacio público destinado al uso recreativo está conformado por parques, plazas y zonas verdes que contribuyen a la calidad de vida de los habitantes. Estas áreas son fundamentales para la socialización, el esparcimiento y la promoción de actividades culturales y deportivas.

6.8.5. Uso residencial

La vivienda es un componente esencial del uso del suelo en la cabecera municipal, donde se identifican 58 barrios, de los cuales ocho están en proceso de consolidación urbanística. Además, el municipio cuenta con dos urbanizaciones legalizadas que aún no han sido construidas, lo que evidencia un crecimiento planificado, pero aún en desarrollo.

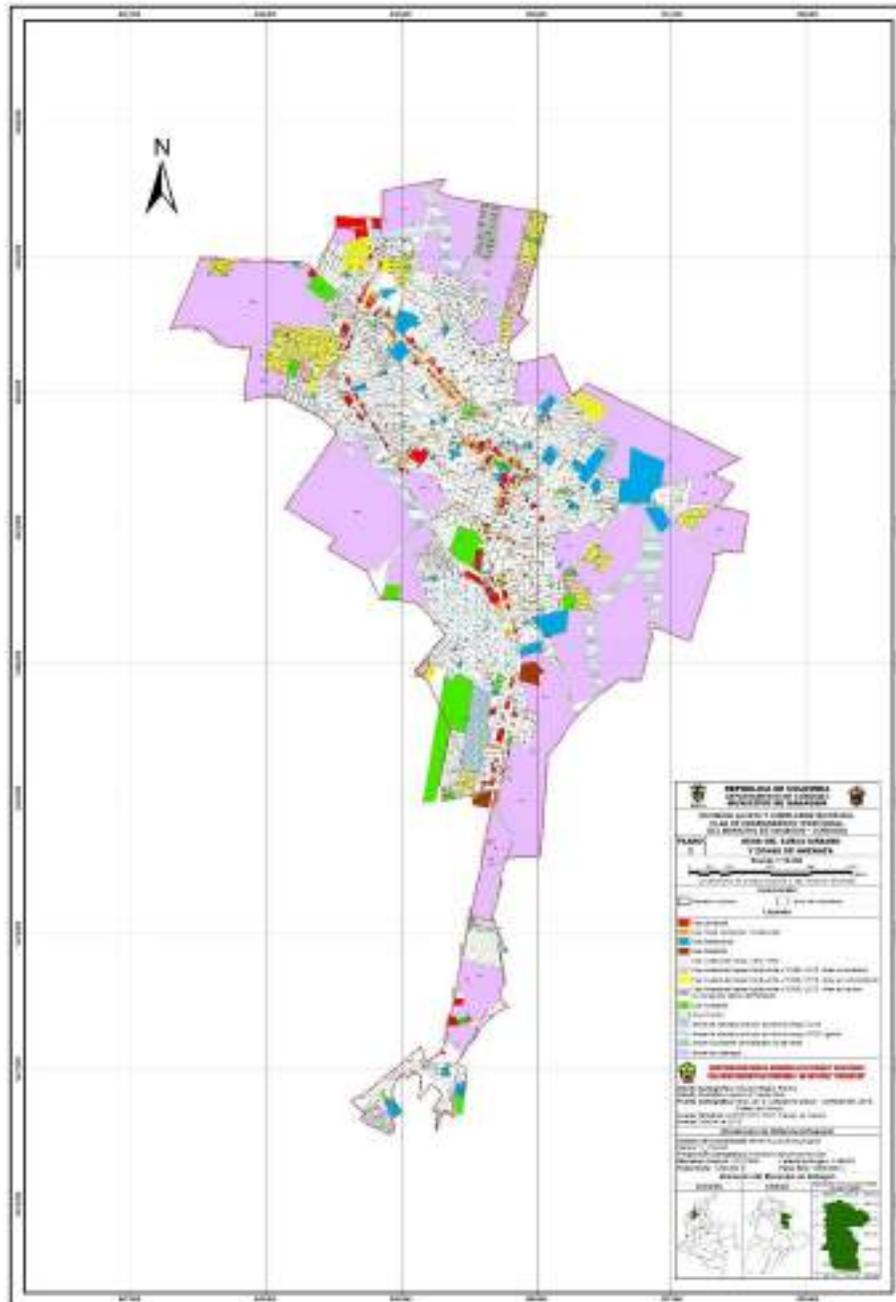
6.8.6. Zonas de amenaza o interés ambiental

Existen áreas específicas dentro de la cabecera urbana que presentan características ambientales relevantes o vulnerables. Estas incluyen terrenos bajos propensos a inundaciones, especialmente en sectores cercanos al río San Juan y otras corrientes hídricas. Además, el municipio cuenta con áreas forestales que no solo poseen un valor paisajístico, sino que también desempeñan funciones importantes para la conservación ambiental y la biodiversidad. Estas zonas están categorizadas como suelos de protección y requieren manejo especial para evitar riesgos asociados al uso indebido del territorio.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

En el siguiente mapa se evidencia el uso actual de suelo urbano del municipio de Sahagún.

Mapa 2. Uso actual del suelo en el municipio de Sahagún.



Fuente: Tomado de (CORDECOR, 2014)

CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

7. METODOLOGÍA

La metodología empleada en los estudios de ruido y la creación de mapas acústicos, conforme a lo establecido por la Resolución 0627 de 2006, es fundamental para garantizar la validez, precisión y utilidad de los datos, basados en la recolección y procesamiento preciso de estos. Esto incluye la selección estratégica de puntos de medición en áreas representativas de las condiciones acústicas y de las fuentes de ruido, así como el uso de equipos calibrados que cumplan con estándares internacionales.

El procesamiento de la información permite interpretar los datos y transformarlos en representaciones útiles. Este proceso incluye análisis estadísticos que calculan indicadores clave, como el nivel continuo equivalente de presión sonora (L_{eq}), y la modelación acústica, que simula la propagación del ruido considerando variables como la topografía, el uso del suelo y las condiciones meteorológicas. Los resultados de este procesamiento se plasman en mapas de ruido, que muestran de manera visual la distribución espacial de los niveles acústicos, permitiendo identificar áreas críticas y las principales fuentes de contaminación.

El procesamiento adecuado de la información también tiene un impacto directo en la salud pública, ya que permite identificar los niveles de exposición al ruido de la población y, en consecuencia, mitigar sus efectos negativos, como el estrés, el insomnio, las enfermedades cardiovasculares y la pérdida auditiva. Además, la transparencia en el tratamiento de los datos asegura que los resultados sean comprensibles y verificables, lo que facilita la toma de decisiones fundamentadas por parte de autoridades, empresas y comunidades.

A continuación, se detallarán las particularidades metodológicas utilizadas para el desarrollo del estudio, contemplando los pasos requeridos para la captura, procesamiento y presentación de la información, sus fuentes, así como el análisis desarrollado para la ejecución del modelo de ruido implementado en el estudio.

7.1. Restricciones y limitaciones del estudio

Aquí se describen las características que fueron determinativas para el desarrollo del presente mapa de ruido del municipio de Sahagún, principalmente las normativas que rigen las limitaciones y restricciones en lo referente a ruido y ruido ambiental.

7.1.1. Información Geográfica

Para el presente estudio se utilizó como insumo información consignada en fuentes oficiales como los entes gubernamentales con el fin de obtener certeza y credibilidad de los datos aquí expuestos.

Por otra parte, es importante considerar que las fuentes de información utilizadas en los estudios de ruido provienen de orígenes diversos y presentan una temporalidad variable. Esta heterogeneidad exige que, durante el desarrollo del estudio, se realicen ajustes y adaptaciones en la información recopilada. Este proceso permite al equipo filtrar datos irrelevantes o desactualizados, enfocándose únicamente en aquellos que sean de utilidad y contribuyan al objetivo del estudio. Este enfoque no solo optimiza el procesamiento de datos, sino que también garantiza que los resultados sean más precisos y representativos de la realidad acústica del área analizada.

La herramienta principal para el desarrollo de los procesamientos geográficos fueron los Software de información geográfica (GIS) como ArcGIS y QGIS los cuales facilitan el desarrollo de procesos geográficos, así como la visualización, edición y modelamiento de la información geográfica, ofreciendo procesamientos de alta complejidad para el tratamiento de este tipo de datos, así mismo, permite la creación y manejo de nuevas herramientas al ser un software compatible con el desarrollo de aplicativos locales en lenguaje de programación Python.

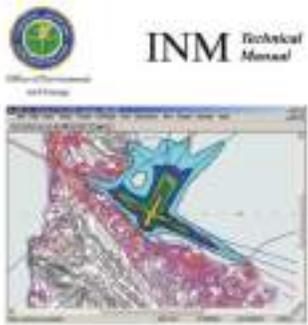
7.1.2. Software de Modelación

La modelación del ruido ambiental se realiza utilizando software especializado que permite simular y analizar la propagación del sonido en diferentes entornos. En Colombia se apoya en herramientas avanzadas como CadnaA, SoundPLAN, IMMI, RAP-ONE y Noisemap, que permiten cumplir con la normativa ambiental y garantizar la calidad acústica de los entornos urbanos e industriales. Estos softwares se utilizan tanto en estudios de impacto ambiental como en la planificación urbana, siendo compatibles con metodologías de cálculo reconocidas a nivel internacional, como ISO 9613 y CNOSSOS-EU, que se adaptan a los requerimientos de la Resolución 0627 de 2006. Esto asegura que las simulaciones y los mapas de ruido generados cumplan con las exigencias locales y sean aceptados por las autoridades ambientales. En la siguiente tabla se expone diferentes softwares para modelación de ruido.

Tabla 12. Software para modelación de ruido

Software	Aplicación	Representación
<p>CadnaA: es un software líder en la modelación de ruido que se utiliza para la planificación y evaluación del ruido ambiental en entornos urbanos y rurales. Proporciona herramientas avanzadas para calcular y visualizar los niveles de ruido, identificar fuentes de ruido y evaluar su impacto en la calidad de vida de las personas.</p>	<p>Planificación urbana, la evaluación de proyectos de construcción, la gestión del tráfico y la evaluación de impacto ambiental.</p>	

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Software	Aplicación	Representación
<p>IMMI (Integrated Noise Model): software especializado en la predicción y evaluación del ruido generado por la aviación, especialmente en áreas cercanas a aeropuertos. Permite calcular los niveles de ruido producidos por aeronaves durante despegues, aterrizajes y operaciones en tierra.</p>	<p>Software especializado en la predicción y evaluación del ruido generado por la aviación, especialmente en áreas cercanas a aeropuertos. Permite calcular los niveles de ruido producidos por aeronaves durante despegues, aterrizajes y operaciones en tierra.</p>	
<p>NoiseMap es un software utilizado para la predicción y gestión del ruido en áreas urbanas y rurales. Su enfoque principal está en proyectos de infraestructura y transporte, permitiendo evaluar los niveles de ruido y planificar medidas de mitigación.</p>	<p>Planificación de carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, parques eólicos y otros proyectos que puedan tener un impacto acústico en el entorno.</p>	
<p>dBSea es un software especializado en la modelación del ruido submarino. Permite predecir y evaluar los niveles de ruido en entornos acuáticos, lo que</p>	<p>Se utiliza en proyectos relacionados con energía eólica offshore, exploración sísmica, construcción de infraestructuras marinas</p>	

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Software	Aplicación	Representación
<p>es crucial para la planificación de parques eólicos marinos y la evaluación del impacto ambiental en ecosistemas marinos.</p>	<p>y conservación de la vida marina.</p>	
<p>SoundPLAN es un software versátil que se utiliza para la planificación de sonido y la modelación de ruido en diversas aplicaciones. Permite la predicción y visualización de niveles de ruido en entornos urbanos y rurales, así como la evaluación de medidas de control del ruido.</p>	<p>Se utiliza en proyectos de planificación urbana, infraestructura de transporte, parques industriales, evaluación de impacto ambiental y diseño de soluciones de mitigación acústica.</p>	

Fuente: Elaboración equipo técnico, 2024

SoundPLAN es popularmente utilizada por ser completa y versátil, utilizada especialmente en proyectos de infraestructura y urbanismo. Este software permite modelar ruido ambiental considerando factores como topografía, uso del suelo, reflectividad de las superficies y condiciones meteorológicas. Es compatible con normativas internacionales, lo que facilita su aplicación en el marco de la legislación colombiana. Se destaca por su capacidad de modelar escenarios futuros, como la construcción de nuevas vías o zonas industriales, para prever el impacto acústico presentando datos de manera visual y tabulados.

El software ofrece funciones avanzadas, como un digitalizador y múltiples interfaces de datos digitales, que permiten la generación de gráficos de contorno de ruido

en colores y tabulaciones de datos de entrada y resultados. Además, incluye utilidades para la optimización de diseño de barreras y control de ruido industrial.

7.1.2.1. Criterios de selección de SoundPLAN como software para la modelación de ruido

SoundPLAN ofrece modelos de propagación rastreables que se basan en conjuntos coherentes de datos empíricos. Estos modelos permiten realizar predicciones de ruido con un nivel de precisión establecido. Es importante destacar que, aunque los principios físicos de la propagación del sonido son constantes, los factores como la fuente y los parámetros de propagación pueden variar significativamente. Los diversos modelos de SoundPLAN brindan flexibilidad al usuario, permitiéndole ajustar estos parámetros para que se adecuen al entorno acústico bajo análisis.

- SoundPLAN permite una definición versátil de las fuentes de entrada, incluyendo aspectos como el espectro de frecuencia, el cronograma o patrón de actividad, la directividad y los factores de mitigación, entre otros.
- El software ofrece una amplia gama de funciones de control y aseguramiento de la calidad para verificar la geometría de entrada y los datos de origen.
- Además, SoundPLAN cuenta con una función de documentación que permite realizar anotaciones sobre la entrada, el procesamiento de datos o los resultados obtenidos. Esto incluye la capacidad de vincular datos específicos a objetos de entrada, archivos geográficos o capas, situaciones particulares, cálculos realizados y tablas de resultados detallados, entre otros aspectos.
- SoundPLAN proporciona herramientas gráficas que facilitan la visualización y presentación de datos de entrada y resultados. Esto incluye la capacidad de identificar qué fuentes se consideraron en el análisis, cómo afectaron a puntos críticos acústicos, la naturaleza de los problemas identificados, las comparaciones con las normativas vigentes y los beneficios de diversas medidas de mitigación del ruido.

Sound plan presenta tres versiones, SoundPLAN_{noise}, SoundPLAN_{essential} O SoundPLAN_{manda}

Con **SoundPLAN Essential**, el usuario tiene la capacidad de calcular las emisiones de ruido de diversas fuentes, entre las que se incluyen carreteras, ferrocarriles, instalaciones comerciales y estacionamientos. Además, la extensa biblioteca de emisiones predefinidas que ofrece el software brinda una amplia variedad de espectros, a los que el usuario puede agregar sus propios espectros en cualquier momento, lo que le otorga una flexibilidad excepcional en sus análisis.

SoundPLAN Essential se presenta como una solución rentable especialmente indicada para la generación de informes de ruido estándar en el ámbito de la acústica ambiental. Esta versión proporciona al usuario una base sólida para obtener resultados de alta calidad de manera rápida y eficiente, incluso si su enfoque principal no está necesariamente centrado en la gestión de la protección contra el ruido.

Mientras que con **SoundPLAN Noise** pese a que es adecuado para todas las facetas de control de inmisión de ruido, ruido en el lugar de trabajo, acústica de la habitación y proyectos de pequeña escala, así como para el mapeo de ruido a nivel nacional, no es integro sino modular, ya que los usuarios tienen la posibilidad de adquirir únicamente aquellos que se ajusten a sus necesidades específicas, lo que les permite encontrar el paquete de software personalizado perfecto.

Por su parte, el **SoundPLAN manda** fue desarrollado para la documentación y evaluación de la exposición al ruido en el trabajo. Sobre la base de los datos de medición, se generan mapas de ruido de colores para visualizar la distribución de los niveles de ruido en el área

De aquí que para la realización de los mapas de ruido se realice en la soundPlan essential versión 5.1.

Figura 1. SoundPlan essential versión 5.1.



Fuente: (Ceneris, 2021)

El presente estudio detalla la metodología empleada del proceso de modelación acústica de las principales fuentes de emisión de ruido identificadas en el Municipio de Sahagún, Córdoba identificando los radios propagación acústica (i.e. Isófonas) producto de la operación de las fuentes de ruido evaluadas en un entorno, la calificación de este y el grado de detalle que se puede tener en el diseño de la base de datos geográfica del modelo, son parámetros sensibles a los resultados, variando las situaciones de ruido en cualquier escenario evaluado, razón por la cual, los resultados finales tendrán una incertidumbre asociada al grado de detalle de dicha información.

Para la ejecución del modelo planteado se cuenta con profesionales con formación específica en ejecución de la modelación acústica además de contar con más de 10 años de experiencia en ejecución de modelos acústicos para diversas actividades y fases de proyectos de toda índole que lo requiera.

Para el desarrollo del actual proyecto se cuenta con los recursos necesarios como el software SoundPLAN 8.1, programas de análisis espaciales tipo GIS y para realización de análisis de datos y generación de informes y, con hardware como computadores y servidores para ejecución del modelo en los tiempos requeridos.

7.2. Insumos y recursos

La captura, visualización, análisis, procesamiento y generación de la información de los resultados del presente estudio requirieron el uso de diversas fuentes y herramientas, con el fin de obtener los resultados esperados en la elaboración del Mapa de Ruido. Es importante que estos cuenten con una precisión y calidad para garantizar la exactitud del modelo acústico resultante, de esta manera, una vez se tengan los datos se ingresarán al sistema para construir el modelo digital de la zona de estudio. En este proceso se deben identificar y localizar las fuentes de ruido, la definición de los parámetros de simulación y la construcción de un modelo tridimensional de la zona estudiada.

La simulación permite predecir mediante técnicas de cálculo, los niveles de ruido que se presentan en la zona estudiada. Es importante hacer una correcta calibración de la información para que se puedan reflejar las condiciones reales del entorno en cuestión.

Los resultados que se obtienen son analizados mediante la utilización de herramientas proporcionadas por SoundPLAN, permitiendo observar y evaluar los niveles de ruido, la distribución espacial del ruido y otros parámetros importantes.

7.2.1. Información primaria

Según (Torres-Verdugo, 2011) las fuentes de información primaria son aquellas que contienen información original de primera mano, como reportes de investigación, libros y revistas, así como ideas o mediciones. Que para el presente estudio fue la tomada y constatada en el área de estudio; usualmente asociada al recurso humano y equipos de toma y captura de datos en tiempo real.

Los datos obtenidos por este medio fueron:

- Mediciones de Ruido Ambiental.
- Mediciones de emisión de ruido tipo realizadas para estimar de forma general la emisión de fuentes.
- Aforos vehiculares.
- Peticiones, Quejas y Recursos de la comunidad.

7.2.2. Información secundaria

Según (Torres-Verdugo, 2011) las fuentes de información secundarias son aquellas que compilan y refieren a las fuentes primarias: son los catálogos, las bases de datos bibliográficas, los directorios, es decir información procesada. El procesamiento de esta información se puede dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información.

Para el presente estudio se obtuvo mediante la consulta de fuentes oficiales de información, usualmente asociados a entidades gubernamentales como lo son el IGAC, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge, La Alcaldía Municipal de Sahagún, Córdoba, entre otras. La información obtenida por este medio fue:

- Información Cartográfica.
- Línea Base del municipio.
- Información Técnica acerca del municipio.
- Densidad Poblacional.
- Normatividad relacionada con el estudio.

7.2.3. Fuentes de información

Las fuentes de información que se emplearon como insumos principales fueron las secundarias, los cuales presentan diversas fuentes y temporalidades siendo estas de fuentes oficiales de los entes gubernamentales lo que genera una mayor confiabilidad sobre los datos. En la siguiente tabla se presentan algunas de las principales fuentes de información.

Tabla 13. Principales fuentes de información para el estudio

Contenido	Fuente
Construcciones	Geoportal Centro de Gestión Catastral Multipropósito
Vías	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, OpenStreetMap ©
Relieve	Mapa satelital de ESRI
División Político-Administrativa	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
Usos del Suelo	Alcaldía Municipal de Sahagún, Córdoba
PQR's Ruido	
Sectores Normativos	
Barrios	POT y Plan de Desarrollo Municipal
Información general del Municipio	POT y Plan de Desarrollo Municipal
Medición de Ruido Ambiental	Realizadas por Control de Contaminación Ambiental Ltda.
Aforos Vehiculares	Realizadas por Control de Contaminación Ambiental Ltda.

Fuente: Elaboración propia, 2024

7.2.4. Herramientas digitales y Software

El uso y apoyo de las herramientas digitales para el desarrollo del estudio, ha sido fundamental para el adecuado manejo de los datos y la información obtenida en el estudio; dichas herramientas facilitan el procesamiento, la interpretación y sirven de herramienta de planeación para el desarrollo del municipio, así como para el control del ruido. A continuación, se describirán las herramientas y softwares digitales más importantes para el desarrollo del estudio.

7.2.4.1. Sistemas de información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son

una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, enero-junio, 2006)

Dentro de los softwares utilizados se encuentra ArcGIS. Así mismo, es necesario mencionar otros softwares complementarios, robustos y de código abierto como lo es QGIS, permite hacer geoprocесamientos de forma fácil y rápida. Por otra parte, también hubo procesamiento de información mediante Google Earth Pro, que permite evidenciar la información vectorial o ráster de manera espacial con sus mapas bases cargados, los cuales son imágenes satelitales disponibles para la consulta del interesado.

ArcGIS™- ESRI

Es un sistema de información geográfica (SIG) integrado que consiste en tres partes claves:

- El software ArcGIS Desktop es un conjunto integrado de aplicaciones SIG avanzadas.
- El ArcSDE™ Gateway es una interfaz para administrar las geodatabase (forma corta para base de datos geográfica) en un sistema de administración de bases de datos (DBMS).
- El software ArcIMS es un SIG orientado al Internet para distribuir datos y servicios.

ArcGIS usa modelos de datos inteligentes SIG para representar la geografía y proporciona todas las herramientas necesarias para crear y trabajar con datos geográficos. Incluye herramientas para todas las actividades SIG: edición y automatización de datos, mapeo y actividades basadas en mapas, administración de datos, análisis geográfico y organización de datos y aplicaciones para Internet. ESRI, Manual y descripción de ArcGIS.

7.2.4.2. Modelación matemática del ruido con SoundPLAN

El Software SoundPLAN es una herramienta que permite la modelación del comportamiento del ruido sobre la superficie 3D modelada de determinada área de interés; es de resaltar que esta herramienta recibe múltiples parámetros que de acuerdo con su precisión aumenta la fidelidad del modelo; por este motivo se debe realizar una revisión de la información levantada para el estudio y cuando corresponda realizar las respectivas homologaciones de las fuentes de emisión de ruido para aumentar la precisión del modelo.

El modelo matemático que utiliza SoundPLAN para la predicción del ruido ambiental se basa en principios de propagación acústica y estándares internacionales como ISO 9613-2, CNOSSOS-EU, y Nord2000. Estos modelos emplean ecuaciones matemáticas para calcular la propagación y atenuación del sonido desde una fuente hasta un receptor, considerando diversos factores que afectan el nivel de presión sonora.

Ecuación general del nivel de presión sonora

El nivel de presión sonora en un punto receptor se calcula como:

$$L_p = L_w - A_t$$

Donde:

L_p : Nivel de presión sonora en el receptor (dB).

L_w : Nivel de potencia acústica de la fuente (dB).

A_t : Atenuación total del sonido en su trayecto desde la fuente hasta el receptor (dB).

Componentes de la atenuación total (A_t)

La atenuación total incluye varios factores:

$$A_t = A_{geo} + A_{atm} + A_{bar} + A_{ref} + A_{dif} + A_{sup}$$

Atenuación geométrica (Ageo):

Representa la dispersión del sonido debido a la expansión esférica.

$$A_{geo}=20\log_{10}(r)+11$$

Donde r es la distancia entre la fuente y el receptor (en metros).

Atenuación atmosférica (Aatm):

Depende de la frecuencia (f), temperatura, humedad y presión atmosférica.

$$A_{atm}=a \cdot r$$

Donde a es el coeficiente de absorción atmosférica (dB/m).

Efectos de barreras (Abar):

Atenuación debida a obstáculos como muros, barreras acústicas o edificios.

Calculado usando el principio de difracción:

$$A_{bar}=C \cdot \Delta L$$

Donde C depende del ángulo de difracción y ΔL es la diferencia de trayectoria entre el camino directo y el desviado.

Reflexión (Aref):

La reflexión en superficies duras aumenta el nivel sonoro en algunos casos.

Para superficies reflectantes múltiples, se ajusta mediante factores de corrección específicos.

1. Difracción (Adif):

Considera los efectos de difracción en bordes y esquinas.

El cálculo es complejo y se modela mediante aproximaciones numéricas.

Absorción del suelo (Asup):

Depende de las propiedades acústicas del terreno (duro, blando, mixto):

$$A_{sup} = G \cdot \log_{10}(d)$$

Donde G es el coeficiente de absorción del suelo y (d) la distancia horizontal.

7.2.5. Delimitación del área de estudio

El presente estudio se llevará a cabo en el área urbana del municipio de Sahagún, Córdoba. La zona urbana está conformada por 62 barrios y se encuentra atravesada de sur a norte por la troncal de occidente conectando con la troncal del caribe, vías de orden nacional que resultan trascendental para la comunicación entre los distintos municipios y la capital del departamento.

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 22 de la resolución 0627 del 2006: *“Obligatoriedad de la Realización de Mapas de Ruido: Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de cien mil (100.000) habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias”*. El municipio de Sahagún según el DANE- 2018 para el año 2024 cuenta con una población de 116.069 habitantes aproximadamente; lo que corresponde realizar mapa de ruido.

7.2.6. Diseño de la base de datos geográfica – GDB

El Modelo de Datos Geográficos es el conjunto de datos geográficos y alfanuméricos que estableció el Minambiente para la representación y caracterización de los elementos del mundo real, definidos y estructurados para facilitar y optimizar el almacenamiento, consulta y análisis de la información.

El Modelo de Datos Geográfico de la GDB se compone de la definición de la línea base espacial y la conceptualización del conjunto de datos geográficos el cual se

divide en cuatro categorías; cartografía base del IGAC, línea base, Modelación y Resultados.

La información de los datos geográficos se estructuró teniendo en cuenta el modelo de geodatabase de archivo (File Geodatabase® - ESRI) y en formato de intercambio shapefile de fácil acceso y compatibilidad.

7.2.6.1. Zona de estudio y fuentes de ruido

Como se estableció en el ítem 7.2.5. Delimitación del área de estudio, el área objeto de estudio corresponde al área urbana del municipio de Sahagún. Para la determinación de esta zona de estudio, se tomó el polígono del área urbana y se unificó con aquellos polígonos correspondientes a las áreas urbanizadas.

Con relación a las fuentes de ruido, se realizó el respectivo inventario de estas, identificando los ejes viales del área urbana; teniendo en cuenta que usualmente será el tráfico la principal fuente de ruido. Aquí se realiza una jerarquización de las vías presentes en el área de estudio, conteniendo las vías principales, secundarias, colectoras y barriales y se determinan como atributos su aforo y velocidad promedio.

7.2.6.2. Medio de propagación

El medio de propagación lo componen las características del terreno sobre el cual convergen los receptores y las fuentes de emisión; en este sentido se determinan las curvas de nivel, los cuales son los contornos de los valores altimétricos generados a partir de un DEM (Modelo digital de elevación).

Así mismo se determinan las construcciones en la zona urbana correspondientes a los tipos de edificaciones que conforman la parte construida en cada uno de los predios de la ciudad y los trazados viales. Como consecuencia de lo anterior, se obtiene el Modelo Digital de Terreno (en adelante DGM), dicho resultado presenta la altura base a partir del cual se realizará el cálculo de emisiones sonoras del modelo propiamente dicho.

Como resultado se obtiene la sumatoria de las capas generalmente de una red irregular de triángulos formados por tripletas de puntos cercanos formando un mosaico, que usualmente usa las curvas de nivel y se representa por medio de un Modelo Digital de Elevación.

7.2.7. Caracterización fuentes de fuentes Fijas

La caracterización de fuentes fijas es un proceso clave en los estudios de ruido ambiental y consiste en identificar, analizar y evaluar las características acústicas de fuentes emisoras de ruido que tienen una ubicación geográfica constante. Estas fuentes suelen ser infraestructuras industriales, comerciales o de servicios, y su evaluación es esencial para determinar su impacto acústico en el entorno; en este sentido, las fuentes de emisión de ruido puntuales son debidamente determinadas en el interior del perímetro urbano y las zonas de proyección urbanística incluidas en el polígono como las mencionadas anteriormente.

Teniendo en cuenta la particularidad del municipio de Sahagún donde el desarrollo y crecimiento urbanístico se ha desarrollado sobre la troncal de occidente que conecta con la troncal del caribe (vías nacionales) en estas áreas se identifican los principales ejes comerciales e industriales, siendo estos los focos principales de interés del presente estudio toda vez que cuentan con la presencia de generadores de ruido.

Los valores de emisión de ruido se obtuvieron a partir de mediciones tipo en el terreno con el fin de tener un estimado de los niveles de emisión de establecimientos comerciales y de establecimientos industriales, a continuación, se presentan los niveles de potencia sonora estimados en el Software de modelación:

7.2.8. Caracterización fuentes móviles

Para la caracterización de las fuentes móviles se tuvo en cuenta la información adquirida a través de los aforos vehiculares. Los aforos vehiculares consisten en la medición sistemática del número y tipo de vehículos que transitan por una vía en un período determinado. Esta información es fundamental para modelar y predecir

los niveles de ruido generados por el tráfico. La relación entre el volumen de tráfico y los niveles de ruido es directa: a mayor cantidad de vehículos, especialmente pesados, se incrementa la emisión sonora. Por ello, contar con datos detallados de aforos vehiculares permite identificar zonas críticas donde los niveles de ruido pueden superar los límites establecidos, facilitando la implementación de medidas correctivas. (Observatorio Ambiental- Bogotá, 2024)

Para la distribución de los puntos de los aforos vehiculares se tomó como base la división política administrativa del área urbana del municipio de Sahagún esto con la finalidad de tomar muestras representativas de toda el área urbana que permitan realizar los análisis necesarios para el presente estudio.

Los resultados de los aforos e información de entrada al modelo se pueden observar en el anexo 1. Caracterización de fuentes.

7.2.9. Peticiones, Quejas y Recursos relacionados con niveles de ruido

Las peticiones, quejas o reclamos (PQR) relacionados con el ruido permiten localizar áreas específicas donde las personas perciben altos niveles de contaminación acústica. Estos puntos críticos, como calles con tráfico denso, zonas industriales o áreas de ocio nocturno pueden no ser evidentes solo con modelos teóricos y mediciones estándar, de tal manera que las PQR aporta un enfoque centrado en las necesidades reales de las comunidades.

Las quejas y peticiones presentadas corresponden en su mayoría a establecimientos comerciales y de actividad nocturna, a continuación, se describen:

Tabla 14. Peticiones, quejas o reclamos presentados

Evidenciado Por	Establecimiento	Municipio	Localización y/o dirección
Rigoberto Rivera Herrera	Vivienda Familiar	Sahagún	Corregimiento El Crucero Córdoba, Vía San Marcos. Cerca A La Subestación De Policía Jono

Evidenciado Por	Establecimiento	Municipio	Localización y/o dirección
Policía Metropolitana De Montería	La Nevada	Sahagún	8°56"40.7" N75°25"51.8w
Secretaría De Desarrollo De Salud y Policía	Amnesia Disco Bar	Sahagún	Diagonal 7 No 6-39
Anónimo	Terraza Delon	Sahagún	Cra. 13 No 5-05 B/ La Cruz
Equipo CVS	Grupo De Establecimientos Comerciales (Bares, Billares, Estaderos Y Discotecas)	Sahagún	Ubicados A Lo Largo De La Vía Principal Troncal Sahagún-Chinú
Equipo CVS	Grupo De Establecimientos Comerciales (Bares, Billares, Estaderos Y Discotecas)	Sahagún	Ubicados Al Final De Vía Principal Troncal Hacia Chinú

7.2.10. Generación de los mapas estratégicos de ruido diurno y nocturno

Una vez generada las bases de datos con la información anteriormente descrita se procede a ejecutar la simulación mediante el software SoundPLAN.

7.2.10.1. Datos de entrada

7.2.10.1.1. Mapas digitales de la zona estudiada

Para obtener la información necesaria en este apartado será imperativo utilizar datos cartográficos y topográficos disponibles como curvas de nivel o DEM, así mismo, ortoimágenes o imágenes satelitales de Google Earth. Debido a la ausencia de información de fuentes primarias como levantamientos cartográficos detallados o planificaciones de vuelo con RPAS, la herramienta Maps services disponible en SoundPLAN funciona como una base de datos secundaria confiable para este tipo de estudio y su extensión. Para eso, se selecciona la imagen de Google Earth en

"Get image" y se importan los datos de elevación en la opción "Import Google Maps Elevation data".

7.2.10.1.2. Datos sobre los receptores de ruido en la zona de estudio

Los receptores de ruido son puntos estratégicos donde se mide el nivel de ruido ambiental en el área de estudio. La ubicación precisa y la caracterización de estos receptores son fundamentales para una modelación precisa del ruido. A continuación, se describe el proceso de recopilación de datos de receptores:

- **Identificación de receptores**

Se identificaron y seleccionaron cuidadosamente los puntos donde se midió el ruido ambiental. Esto incluye edificaciones, áreas sensibles (como parques o escuelas), o cualquier punto de interés específico.

- **Coordenadas geográficas de los receptores**

Se registraron las coordenadas geográficas exactas de cada receptor. Estas coordenadas aseguran la precisión en la ubicación de los puntos de medición.

Los equipos de medición de ruido que se encuentran estratégicamente ubicados en la zona de estudio fueron georreferenciados con precisión. En el contexto del modelado acústico, estos puntos georreferenciados se importan en SoundPLAN como "receivers". Un receiver o receptor en SoundPLAN es un lugar específico donde se recopilarán los datos acústicos que impactan en ese punto en el espacio. En este caso, estos receptores representan los lugares donde se realizaron las mediciones de ruido. Al importarlos en el software, se les asigna su ubicación exacta automáticamente teniendo en cuenta las coordenadas tomadas, permitiendo así que SoundPLAN utilice estos puntos como referencia para simular la propagación del sonido en la zona de estudio.

De igual forma, así como en las mediciones en campo, se le asigna una altura de 4 metros sobre el terreno establecida para los receptores. Esta altura se elige debido a que corresponde a la altura a la cual se hicieron las mediciones realizadas

en la zona de estudio. Al situar los receptores a esta altura, se simula de manera más precisa la experiencia auditiva de las áreas urbanas.

Al incorporar estos datos georreferenciados en el software como receptores, SoundPLAN puede realizar cálculos acústicos precisos para cada punto de medición. Esto implica simular cómo se propaga el sonido desde las fuentes de ruido conocidas hasta estos receptores específicos, proporcionando así una representación detallada del ambiente sonoro en la zona de estudio. Este enfoque permite evaluar con precisión el impacto acústico en función de la ubicación geográfica y las características del terreno, lo que resulta esencial para comprender y gestionar eficazmente el ruido en entornos urbanos.

7.2.10.1.3. Datos sobre las fuentes de ruido en la zona de estudio

Para la obtención de estos datos se puede recurrir a la biblioteca de emisiones de ruido proporcionada por el software. Esta es una herramienta que contiene información detallada sobre el nivel de emisión de ruido de diferentes tipos de fuentes de ruido, como vehículos, maquinaria industrial, aeronaves y otros. La biblioteca de emisiones de SoundPLAN incluye datos de emisión de fuentes de ruido que se utilizan comúnmente en zonas urbanas e industriales. Estos datos de emisión se emplean para modelar la propagación del sonido generado de estas fuentes en el entorno urbano y para evaluar el impacto acústico que tienen en su entorno.

7.2.10.1.4. Datos de emisión de las fuentes

La recopilación de datos de emisión de las fuentes de ruido es un paso crítico en la evaluación del ruido ambiental. Implica la obtención de información específica sobre cuánto ruido emite cada fuente. A continuación, se detalla el proceso de recolección de datos de emisores de ruido:

- **Identificación de fuentes emisoras**

Se identificaron y catalogaron todas las fuentes emisoras de ruido presentes en el área de estudio. Esto incluyó fuentes como vehículos de carretera, maquinaria, actividades recreativas, entre otros.

Para ello se utiliza la biblioteca de emisiones la cual incluye información sobre el nivel de emisión de ruido en diferentes frecuencias y diferentes niveles de potencia acústica, así como también información sobre el comportamiento del ruido en diferentes condiciones atmosféricas. Esta biblioteca se actualiza regularmente para reflejar las últimas investigaciones y estándares internacionales en la medición y modelado de ruido, lo que garantiza que los usuarios de SoundPLAN tengan acceso a información precisa y actualizada para sus evaluaciones de ruido.

Es importante tener en cuenta que esta información se aplica únicamente a aquellos puntos en donde la fuente emisora del ruido es conocida por la etiqueta al momento de la toma de muestras en campo. Por ejemplo, ubicaciones cuyos nombres hacen referencia al lugar emisor de ruido como terminales de transporte o restaurantes. No se llevó a cabo un inventario exhaustivo de todas las fuentes de ruido en el área de estudio. Por lo tanto, se asumen puntos de emisión asignados con distintos niveles de presión sonora en el área cercana a los receptores, que en este caso representan al equipo de medición de ruido ambiental. Cuando se realizan mediciones de ruido, es importante recrear la misma intensidad de sonido que experimentaría el equipo de medición en el lugar de muestreo real. Para lograr esto, se asumen puntos de emisión específicos con diferentes niveles de sonido en el área cercana a donde se encuentra el equipo de medición o receptor en el software. Estos puntos podrían tomarse como fuentes de ruido virtuales que emiten sonidos con diferentes intensidades para que representen de manera precisa el ambiente de sonido real. Considerando que el receptor de sonido está a una altura de 4 metros, tal como sucede durante la toma de muestras en el campo. Esta consideración es muy importante, ya que nos asegura que los resultados del modelo sean precisos y confiables.

Al elegir cuidadosamente estos puntos de emisión cercanos al receptor, se recrea un entorno sonoro similar al que se experimentaría durante la medición real en el terreno. Esto permite evaluar de manera precisa cómo el ruido afecta el entorno en el área que estamos estudiando.

- **Documentación de emisiones**

Se documentaron detalladamente todos los datos de emisiones recopilados, incluyendo el tipo de fuente, los niveles de emisión de ruido y cualquier otra información relevante.

7.2.10.1.5. Datos sobre los niveles de ruido existentes en el área de estudio en términos de ruido ambiental

Durante el periodo de monitoreo, es importante destacar que no se contaron con aforos de emisores de ruido específicos en el área de estudio. No obstante, se llevó a cabo un riguroso ajuste de las emisiones de ruido relacionadas con aquellos lugares identificados como fuentes potenciales de ruido. Por ejemplo, se incluyeron ajustes para emisores ubicados en proximidad a establecimientos como restaurantes o terminales en la biblioteca de emisiones de SoundPLAN indicados en las coordenadas de posiciones de las fuentes de medición, donde se presume una actividad generadora de niveles de sonido significativos de acuerdo con su etiqueta.

Este enfoque se basa en la consideración de las características propias de cada entorno y en la extrapolación de datos disponibles de emisiones similares. A pesar de la ausencia de mediciones directas en determinados puntos de interés, se busca garantizar una representación precisa de la realidad acústica en el área estudiada.

- **Análisis cualitativo de los datos**

Los datos recopilados revelan un panorama sonoro caracterizado por una serie de establecimientos de entretenimiento nocturno. Estos incluyen bares, licorerías y

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

discotecas, cuya actividad se centra en las horas nocturnas, las actividades de puertos restaurantes y terminales tienen presencia tanto de día como noche.

Cada uno de estos puntos emisores se distingue por su tipo de parlantes, la cantidad de fuentes identificadas, la descripción detallada de su actividad, el número de personas que transita en la zona y los niveles de ruido esperados. Se observa una variedad en la distribución y el nivel de emisión de ruido de acuerdo con la capacidad y el equipamiento de cada establecimiento.

Tabla 15. Categoría de emisión asignada por la biblioteca de emisiones.

LUGAR DE EMISIÓN	CATEGORÍA ASIGNADA
<p>Terminal de transportes turbo</p>	<p>Loud conversation, shouting, laughing etc. Original title:"Laute Unterhaltung, Rufen, Lachen etc." LwA, eq = 96,3 dB Adjustments for impulsiveness and tonality = 3 dB ***** Source: Hessische Landesanstalt für Umwelt Technischer Bericht Nr. L 4054 zur Untersuchung der Geräuschemissionen und -immissionen von Tankstellen, Erich Krämer, 1999 Last updated 23-10-2017</p>
<p>Diagonal al Jardín creando Fe</p>	<p>Loud conversation, shouting, laughing etc. Original title:"Laute Unterhaltung, Rufen, Lachen etc." LwA, eq = 96,3 dB Adjustments for impulsiveness and tonality = 3 dB ***** Source: Hessische Landesanstalt für Umwelt Technischer Bericht Nr. L 4054 zur Untersuchung der Geräuschemissionen und -immissionen von Tankstellen, Erich Krämer, 1999</p>

LUGAR DE EMISIÓN	CATEGORÍA ASIGNADA
	Last updated 23-10-2017
Frente a Micheladas Since 2000	Restaurants, music as major acoustic source Original title:"Gaststätten mit Musik als wesentliche Schallquelle" Sound power level LwA in dB for the equivalent prolonged-noise level L w, A, eq: 82 dB Peak level L w, A,01: 90 dB ***** Source: ÖAL-Richtlinie Nr. 33, 1. Ausg/November 1990 Last updated 05-10-2017

Fuente: Elaboración equipo técnico desde la biblioteca de emisiones de SoundPLAN.

Nota: Para ver los patrones de emisión abrir el modelo correspondiente.

- **Impacto y consideraciones**

La presencia de estos establecimientos diurnos y nocturnos tiene un impacto significativo en el ambiente acústico del área de estudio. Durante la noche, la actividad sonora tiende a ser más prominente y puede tener implicaciones para la calidad de vida de los residentes cercanos y para el entorno urbano en general.

El análisis cualitativo sugiere que la variedad en el equipamiento de sonido, así como la cantidad de fuentes identificadas, contribuye a la complejidad del paisaje sonoro. Esto puede resultar en una combinación de sonidos que varían en intensidad y frecuencia, lo que influye en la percepción del ruido en el área de estudio, esto es de esperarse debido a que es una zona comercial.

7.2.10.1.6. Datos sobre los niveles de ruido existentes en el área de estudio en términos de ruido vehicular

El análisis de los niveles de ruido generados por el tráfico vehicular es esencial para comprender el impacto acústico en un entorno urbano. Estos datos proporcionan una visión detallada de la contribución del tráfico a la contaminación acústica en

el área de estudio. La medición y evaluación de los niveles de ruido vehicular no solo revela el alcance de este componente sonoro, sino que también sienta las bases para la implementación de estrategias de mitigación y diseño urbano orientadas a mejorar la calidad acústica del entorno. En este contexto, es crucial abordar la recopilación de datos de manera precisa y sistemática para obtener una comprensión completa y precisa del impacto del tráfico vehicular en el ambiente sonoro del área de estudio.

Se recopilaron datos detallados sobre el tráfico vehicular en el área de estudio, clasificados por vehículos livianos y pesados, así como por hora del día. A continuación, se presenta un resumen de los principales hallazgos:

- **Clasificación de vehículos**

Se distinguieron tres categorías principales de vehículos: livianos, medios y pesados. Esta clasificación permite un análisis más específico de la contribución de cada tipo de vehículo al nivel de ruido.

- **Flujo vehicular por hora**

Se registraron los flujos vehiculares para cada hora del día, lo que proporciona una imagen detallada de la variación del tráfico a lo largo del día y la noche.

- **Promedio de vehículos diurnos y nocturnos**

Se calculó el promedio de vehículos que transitan durante el día y la noche para cada categoría. Esto proporciona una visión general del nivel de actividad vehicular en diferentes momentos del día.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Tabla 16. Aforo vehicular medido en campo

Punto 1: Restaurante el paisa								VÍA AFORADA: Principal		SENTIDOS: Doble sentido			
Técnico de campo: Jesús Suárez								COORDENADA: 8°55'18.642" N - 75°26'41.0496" W					
AFORO VEHICULAR													
Fecha	Periodo	Hora	Taxis	Automóviles	Bus Intermunicipal	Busetas	C.2P	C-2G	C-3-4	C-5	≥C6	Motos	
2024-11-26	MAÑANA	09:38 - 10:38	0	299	10	0	25	20	35	47	53	748	
2024-11-26	TARDE	18:37 - 19:37	0	98	30	0	18	3	53	32	27	108	
2024-11-26	NOCHE	21:34 - 22:34	0	21	10	0	0	23	21	45	29	27	
2024-11-27	MADRUGADA	06:58 - 07:58	0	195	12	0	7	13	18	44	32	207	
Total		-	0	613	62	0	50	59	127	168	141	1090	
Punto 2: Restaurante Donde Doris y Frente a Agro-Colanta								VÍA AFORADA: Principal		SENTIDOS: Doble sentido			
Técnico de campo: Jesús Suárez								COORDENADA: 8°55'51.6288" W					
AFORO VEHICULAR													
Fecha	Periodo	Hora	Taxis	Automóviles	Bus Intermunicipal	Busetas	C.2P	C-2G	C-3-4	C-5	≥C6	Motos	
2024-11-26	MAÑANA	10:56 - 11:56	0	325	7	0	17	26	35	42	48	623	
2024-11-26	TARDE	17:24 - 18:24	0	390	11	0	27	30	25	43	52	695	
2024-11-26	NOCHE	22:46 - 23:46	0	9	6	0	0	2	7	20	25	62	
2024-11-27	MADRUGADA	05:52 - 06:52	0	53	10	0	6	20	12	18	25	202	
Total		-	0	777	34	0	50	78	79	123	150	1582	
Punto 3: Troncal de Occidente con Calle 2a								VÍA AFORADA: Principal		SENTIDOS: Doble sentido			
Técnico de campo: Jesús Suárez								COORDENADA: 8°56'8.934" N - 75°26'33.666" W					
AFORO VEHICULAR													
Fecha	Periodo	Hora	Taxis	Automóviles	Bus Intermunicipal	Busetas	C.2P	C-2G	C-3-4	C-5	≥C6	Motos	
2024-11-26	MAÑANA	12:07 - 13:07	0	370	13	0	23	37	41	54	55	540	

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Punto 1: Restaurante el paisa							VÍA AFORADA: Principal	SENTIDOS: Doble sentido					
Técnico de campo: Jesús Suárez							COORDENADA: 8°55'18.642" N - 75°26'41.0496" W						
AFORO VEHICULAR													
Fecha	Periodo	Hora	Taxis	Automóviles	Bus Intermunicipal	Busetas	C.2P	C-2G	C-3-4	C-5	≥C6	Motos	
2024-11-26	TARDE	16:11 - 17:11	0	245	7	0	15	23	12	30	32	470	
2024-11-27	NOCHE	01:39 - 02:39	0	10	4	0	0	0	5	30	32	25	
2024-11-27	MADRUGADA	04:28 - 05:28	0	40	8	0	4	17	15	30	35	50	
Total		-	0	665	32	0	42	77	73	144	154	1085	

Fuente: Elaboración equipo técnico

Nota: En el **anexo 2** se encuentran los datos vehiculares y el promedio de estos. Mediante la ruta: *Datos (Sahagún)/Aforo vehicular mapas de ruido Sahagún.*

7.2.10.2. RUIDO VEHICULAR

El procesamiento de datos es una etapa crucial en la modelación de ruido vehicular. Consiste en organizar y configurar la información recopilada para que pueda ser utilizada por el software de modelación. A continuación, se detallan los pasos, incluyendo la metodología para ruido vehicular.

7.2.10.2.1. Metodología de ruido vehicular

El análisis del tráfico vehicular es fundamental para comprender y evaluar el impacto acústico en un entorno urbano. A continuación, se presenta una metodología detallada para llevar a cabo este análisis, considerando la clasificación de vehículos en livianos y pesados, así como la variación de velocidades en función del tipo de vía:

- **Recolección de datos de tráfico**

Obtener datos de tráfico detallados que incluyan el número de vehículos livianos y pesados que transitan por la zona de estudio, clasificados por hora, como se menciona en la tabla siguiente.

- **Separación de vehículos por categoría**

Se dividen los datos de tráfico en dos grupos: vehículos livianos y vehículos pesados. Esto permitirá un análisis más específico y detallado de cada categoría esto para escenario de día y escenario de noche.

- **Cálculo del promedio diurno y nocturno**

Para cada categoría de vehículos (livianos y pesados), se calcula el promedio de vehículos que transitan durante el día y la noche los cuales servirán de insumo para el modelo, un ejemplo de esta metodología puede observarse en la siguiente tabla la cual representa los promedios calculados de tráfico para los datos representados en la tabla siguiente.

Tabla 17. Promedio de vehículos por hora livianos y pesados en día y noche

PUNTO 1			
LIVIANOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	748	NOCHE	27
TARDE	108	MADRUGADA	207
PROM DÍA	428	PROM NOCHE	117
MEDIOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	99,666667	NOCHE	7
TARDE	32,666667	MADRUGADA	65
PROM DÍA	66,166667	PROM NOCHE	36
PESADOS			
DÍA		NOCHE	
PROM MAÑANA	31,666667	PROM NOCHE	21,333333
PROM TARDE	27,166667	PROM MADRUGADA	21

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

PROM DÍA	29,416667	PROM NOCHE	21,166667
PUNTO 2			
LIVIANOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	623	NOCHE	62
TARDE	695	MADRUGADA	202
PROM DÍA	659	PROM NOCHE	132
MEDIOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	108,33333	NOCHE	3
TARDE	130	MADRUGADA	17,666667
PROM DÍA	119,16667	PROM NOCHE	10,333333
PESADOS			
DÍA		NOCHE	
PROM MAÑANA	29,166667	PROM NOCHE	10
PROM TARDE	31,333333	PROM MADRUGADA	15,166667
PROM DÍA	30,25	PROM NOCHE	12,583333
PUNTO 3			
LIVIANOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	540	NOCHE	25
TARDE	470	MADRUGADA	50
PROM DÍA	505	PROM NOCHE	37,5
MEDIOS			
DÍA		NOCHE	
MAÑANA	123,33333	NOCHE	3,3333333
TARDE	81,666667	MADRUGADA	13,333333
PROM DÍA	102,5	PROM NOCHE	8,3333333
PESADOS			

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

DÍA		NOCHE	
PROM MAÑANA	37,166667	PROM NOCHE	11,833333
PROM TARDE	19,833333	PROM MADRUGADA	18,166667
PROM DÍA	28,5	PROM NOCHE	15

Fuente: Elaboración equipo técnico

Nota: En el **anexo 2** se encuentran los datos vehiculares y el promedio de estos. Mediante la ruta: *Datos (Sahagún)/Aforo vehicular mapas de ruido Sahagún.*

7.2.10.2.2. Ajuste de velocidades

Utilizar la clasificación de vías para ajustar las velocidades de los vehículos. Por ejemplo, se espera que los vehículos viajen a una velocidad mayor en vías principales en comparación con vías secundarias o zonas residenciales, de igual manera se asumen velocidades promedio de 50 km.

7.2.10.2.3. Preparación de datos para SoundPLAN

Se utilizan los resultados obtenidos para alimentar el modelo en SoundPLAN. Esto incluirá la distribución de flujos vehiculares según la clasificación de vehículos, así como las velocidades ajustadas de acuerdo con el tipo de vía.

7.2.10.2.4. Simulación en SoundPLAN

Utilizar SoundPLAN para simular la propagación del ruido generado por el tráfico vehicular en el entorno urbano. En el modelo se importan los shapes de vías urbanas propuestos en el POT, el modelo tendrá en cuenta los flujos vehiculares, las velocidades ajustadas y otras características del área de estudio.

7.2.10.2.5. Verificación de integridad de los datos

La verificación de integridad es un paso crítico para garantizar que los datos importados sean precisos y estén completos. Aquí se detallan las acciones involucradas en este proceso:

- **Coherencia de unidades**

Se asegura que todas las unidades de medida utilizadas en los datos importados sean coherentes. Por ejemplo, se verifica que los niveles de emisión estén expresados en decibelios (dB) y que las distancias están en metros (m), entre otros.

- **Integridad de los datos**

Se comprueba que no haya datos faltantes o anomalías evidentes en los conjuntos de datos. Esto asegura que no haya errores de omisión o duplicación que puedan afectar la precisión de los cálculos. Si se detecta que hay datos medidos en campo cuya ubicación no fue tomada correctamente, se omite su inclusión en el proceso de modelado para evitar distorsiones en los resultados finales.

- **Definición de geometría de fuentes**

La definición de la geometría de las fuentes es esencial para el modelado preciso de la propagación del sonido desde las fuentes emisoras hasta los receptores. Aquí se describen los pasos involucrados:

- **Altura de las fuentes**

Se especifica la altura a la que se encuentra cada fuente de ruido. Esto es crucial, ya que la altura puede influir en cómo el sonido se propaga en el entorno. Para estos casos se asume una fuente a la altura del piso.

- **Otras características relevantes**

Si hay otras propiedades geométricas importantes para una fuente en particular, se registran y se toman en cuenta en el modelado (como áreas de emisión, líneas o puntos).

7.2.11. Limitaciones del modelo

El uso de SoundPLAN sin un inventario detallado de fuentes y sin información topográfica precisa conlleva ciertas limitaciones y una inherente incertidumbre en los resultados. Aunque el modelo proporciona una estimación general del nivel de

ruido en una determinada área, es importante reconocer que existen factores que no fueron considerados.

La falta de un inventario de fuentes específicas impide una representación precisa de los emisores de ruido en el entorno, lo que significa que el modelo no puede capturar completamente la variabilidad y diversidad de las fuentes presentes. Además, al carecer de datos topográficos detallados, las reflexiones y refracciones del sonido en el terreno no están siendo completamente tomadas en cuenta, esto puede llevar a una subestimación o sobreestimación de los niveles de ruido en áreas específicas, esto también debido a que la ausencia de información sobre la presencia de obstáculos físicos como edificaciones o bienes inmuebles, su altura y su material puede afectar la precisión del modelo, ya que no se consideran los efectos de la absorción y reflexión del sonido por parte de diferentes materiales y estructuras.

Si los datos de entrada no abarcan un período de tiempo representativo, es posible que el modelo no logre capturar de manera precisa las variaciones en los niveles de ruido. Por ejemplo, si se basa en mediciones puntuales.

A pesar de estas limitaciones, es importante destacar que SoundPLAN proporciona una valiosa visión general del potencial impacto acústico en un área determinada. Por lo tanto, se recomienda complementar el uso del software con varias campañas de campo y, en la medida de lo posible, recopilación de datos adicionales para mejorar la exactitud de las estimaciones de nivel de ruido en futuros estudios.

7.2.12. Validación, calibración y ajustes del modelo

Es importante señalar que los resultados obtenidos a través del software son validados y pueden ser ajustados en función de mediciones reales, garantizando así la precisión y fiabilidad de la modelización. Para calcular los niveles de ruido diurno y nocturno, se lleva a cabo un procedimiento de promedios en los datos

que incluyen las mediciones en los periodos diurnos y nocturnos, así como sus correspondientes réplicas.

Esto debido a que, en primer lugar, el ruido ambiental no es constante a lo largo del día; varía de acuerdo con las actividades humanas, el tráfico y otros factores. Al tomar mediciones durante diferentes periodos, se obtiene una representación más completa y precisa del impacto acústico en el área de estudio. En segundo lugar, el promedio de datos diurnos y nocturnos ayuda a mitigar posibles fluctuaciones abruptas en el nivel de ruido que podrían deberse a eventos aislados o condiciones temporales excepcionales. Esto proporciona una visión más equilibrada y representativa del ambiente sonoro.

Por último, al considerar tanto el ruido real como su réplica en los cálculos en este caso promediando, se minimizan los efectos de las variaciones naturales y se obtiene una estimación más precisa del ruido promedio experimentado durante el día y la noche.

Para verificar la precisión y confiabilidad del análisis, se procede a validar los resultados del modelo con mediciones reales de ruido. Esto implica comparar directamente las estimaciones generadas por el modelo con los datos empíricos recopilados en campo. Se evalúan tanto las distancias entre fuentes y receptores como las presiones sonoras asignadas a cada fuente. La validación es un paso esencial que proporciona una base sólida para la confiabilidad de los resultados y la eficacia del modelo en simular el ambiente sonoro específico del área de estudio.

La calibración es un proceso crucial para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados en el análisis acústico. Para llevar a cabo este procedimiento, se verifica la correcta configuración de los puntos receptores y emisores de ruido utilizados durante la toma de muestras en campo y modelado.

Los resultados obtenidos de estas mediciones de referencia se comparan con los valores teóricos modelados en el software. Si existe alguna discrepancia

significativa, se realiza el ajuste necesario en el emisor de ruido para corregir la lectura del receptor (receiver) y asegurar la exactitud de las mediciones.

7.2.12.1. Ajuste de parámetros de emisión

Se comienza revisando y ajustando los parámetros de emisión de las fuentes en el modelo. Esto incluye la intensidad y el espectro de frecuencias emitidas por cada fuente de ruido a cada receptor cercano. Se busca que estos valores concuerdan con mediciones reales medidas en campo.

7.2.12.2. Comparación con mediciones de campo

Se comparan los resultados con las simulaciones del modelo. Se ajustan los parámetros y configuraciones del modelo según sea necesario para que los resultados se asemejen a las mediciones reales.

7.2.12.3. Ajuste de niveles de presión sonora

Se ajustan los niveles de presión sonora emitidos por las fuentes en el modelo para que coincidan con los niveles medidos en campo. Esto implica modificar la potencia y configuraciones de las fuentes para obtener una concordancia cercana.

7.2.12.4. Verificación de resultados

Se realiza una revisión exhaustiva de los resultados de la simulación, comparándolos con mediciones reales y asegurando que la diferencia entre los valores simulados y reales sea aceptable. Si es necesario, se repiten los pasos anteriores para afinar aún más el modelo y mejorar la precisión de las predicciones.

La metodología de calibración asegura que los instrumentos de medición estén correctamente configurados y proporciona una base sólida para la precisión de los resultados en el análisis acústico.

8. RESULTADOS

8.1. Cuantificación del inventario de focos de presión sonora más significativos

A continuación, se analizan las principales fuentes de ruido predominantes en el término municipal, y se destaca el uso de parlantes como uno de los principales factores que contribuyen al exceso de ruido. Una razón de peso para respaldar esta afirmación es que los establecimientos comerciales suelen utilizar potentes altavoces y sistemas de sonido para atraer clientes y crear una atmósfera animada. Esto provoca un aumento de los niveles de ruido, que se nota aún más durante las horas pico. Esta situación afecta la tranquilidad de los vecinos de la zona, al igual que, genera dificultades en materia de regulación y control del ruido en el entorno urbano. Por lo que la decisión de utilizar parlantes en la zona comercial se convierte en una prioridad para reducir los problemas de contaminación acústica en la zona de estudio.

A continuación, se relacionan los focos de presión identificados:

Tabla 18. Fuentes sonoras de mayor impacto en la zona de estudio

ID	Nombre	Tipo	Período de funcionamiento	Norte (N) Oeste (W)	Tipo de establecimiento
1	La Plaza Gatro Bar	Restaurante	Diurno y Nocturno	8°56'54.68"N 75°31'55.10"W	Cerrado
2	Sabana parrilla bar avenida	Pub restaurante	Diurno y Nocturno	8°57'5.41"N 75°31'44.23"W	Cerrado
3	Licorera Pirigallo	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'50.54"N 75°31'31.46"W	Cerrado
4	La Zabana Restaurante Bar	Restaurante	Diurno y Nocturno	8°56'54.86"N 75°31'35.11"W	Cerrado
5	Restaurante - Bar La Sabana	Restaurante	Diurno	8°57'5.36"N 75°31'43.89"W	Cerrado
6	Club La Nevada	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'40.63"N, 75°30'48.37"W	Abierto
7	Sabana Bar	Bar	Diurno	8°56'54.82"N 75°31'35.11"W	Cerrado

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

ID	Nombre	Tipo	Período de funcionamiento	Norte (N)	Tipo de establecimiento
				Oeste (W)	
8	Estadero El Nevado Donde Fabio	Bar	Diurno y Nocturno	8°57'2.86"N 75°32'7.01"W	Cerrado
9	El Último Suspiro	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'50.05"N 75°31'21.84"W	Cerrado
10	Billares El Camping	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'54.46"N 75°31'35.29"W	Cerrado
11	Zona trece	Billar	Diurno	8°56'44.98"N 75°31'27.54"W	Cerrado
12	Billares Mi Hermano Y Yo	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'50.31"N 75°31'48.96"W	Cerrado
13	La Barra	Bar	Diurno	8°57'4.25"N 75°31'35.06"W	Cerrado
14	Conde Disco Bar	Bar	Diurno y Nocturno	8°57'42.34"N, 75°32'5.96"W	Cerrado
15	LicoExpress	Bar	Diurno y Nocturno	8°57'15.35"N, 75°31'54.55"W	Abierto
16	Terraza De Ion	Bar	Diurno y Nocturno	8°56'22.423"N 75°26'39.472"W	Abierto
17	Rincon Caribeño	Bar	Diurno y Nocturno	8°57'40.66"N 75°27'9.04"O	Abierto
18	Billares sede Juniorista	Billar	Diurno y Nocturno	8°57'42.05"N 75°27'7.94"W	Abierto
19	El Cubetazo	Bar	Diurno y Nocturno	8°57'42.15"N 75°27'9.16"W	Abierto
20	Billares Perry	Billar	Diurno y Nocturno	8°58'46.1352"N 75°27'18.9504"W	Abierto
21	Billares Bola 8	Billar	Diurno y Nocturno	8°57'3.59"N 75°27'20.90"W	Abierto
22	Curazao Bar	Bar	Nocturno	8°56'10.49"N 75°26'52.78"W	Abierto
23	El Recreo de Sahagun	Bar	Nocturno	8°56'54.82"N 75°27'5.96"W	Cerrado
24	Ron y Menta	Bar	Nocturno	8°56'54.82"N 75°27'5.96"W	Cerrado
25	Amnesia	Bar	Fuente no existente	Fuente no existente	Clausurado

Fuente: Elaborada por equipo técnico, 2024

Registro fotográfico de los monitoreos realizados.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Tabla 19. Registro fotográfico de los puntos de monitoreo

<p>PUNTO 1: Restaurante el paisa</p>  <p>26 nov 2024 09:41:11 8°55'18.49069"N 75°26'41.16822"W 52° NE 25 Sahagún Córdoba</p>	<p>PUNTO 2: Restaurante Donde Doris y Frente a Agro Colanta</p>  <p>26 nov 2024 10:57:41 8°55'51.6077"N 75°26'34.63555"W 284° W 11 Carrera 14 Sahagún Córdoba</p>
<p>PUNTO 3: Troncal de Occidente con Calle 2A</p>  <p>26 nov 2024 12:08:19 8°56'8.97288"N 75°26'33.7623"W 216° SW 1505 Calle 2ª J Sahagún Córdoba</p>	<p>PUNTO 4: Troncal de Occidente vía - Córdoba - Sucre</p>  <p>26 nov 2024 11:45:05 8°56'28.77576"N 75°28'49.34083"W 13.79m #8-14 Calle 3 Sahagún Córdoba</p>

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA



MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

PUNTO 39: Carrera 11 entre Calle 28



PUNTO 40: Barrio Mira Flórez



FUENTE 1 – ESTABLECIMIENTOS VIA SAHAGÚN - CHINU



FUENTE 2 - LA TERRAZA DELON'S



FUENTE 3 – LA NEVADA



CONSORCIO AMBIENTAL SINÚ- SAN JORGE

NIT: 901.869196-3

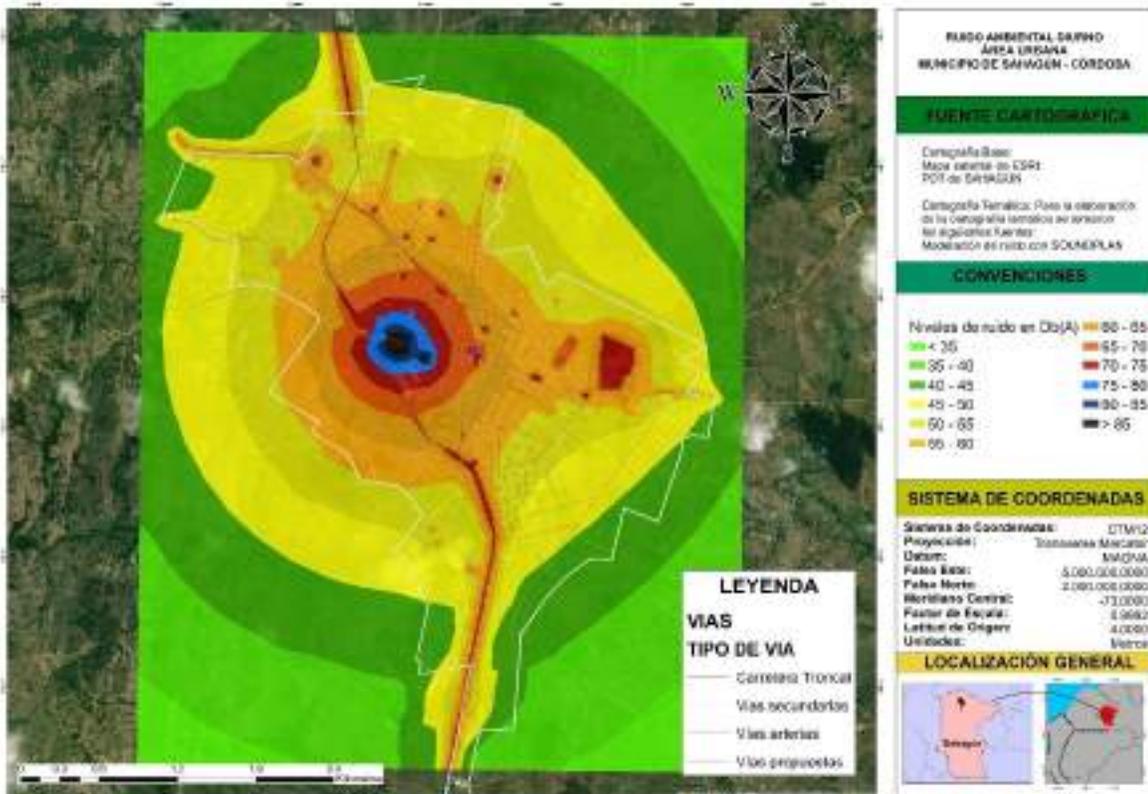
Dirección: Cra. 6 #62 B-32 OF. 316 EDIF. SEXTA AVENIDA

8.2. Mapas estratégicos de ruido

8.2.1. Ruido Ambiental Diurno- Área Urbana Municipio De Sahagún

En cuanto a la evaluación del ruido ambiental para el periodo diurno del área urbana del municipio de Sahagún se presenta el siguiente mapa.

Ilustración 6. Mapa de ruido ambiental periodo diurno



De lo anterior podemos identificar que los mayores niveles de ruido (por encima de los 85 Db (A)) se presentan sobre la zona comercial cercano a la troncal. Se evidencia un patrón de decrecimiento de los niveles a medida que se aleja de la zona urbana y se adentra en el área rural, así como de la troncal que es donde mas se presentan establecimientos comerciales diurnos. Así mismo al presentarse mayores niveles de ruido sobre esta área se puede inferir que el tráfico vehicular es el que ejerce una gran presión sonora por las actividades del transporte.

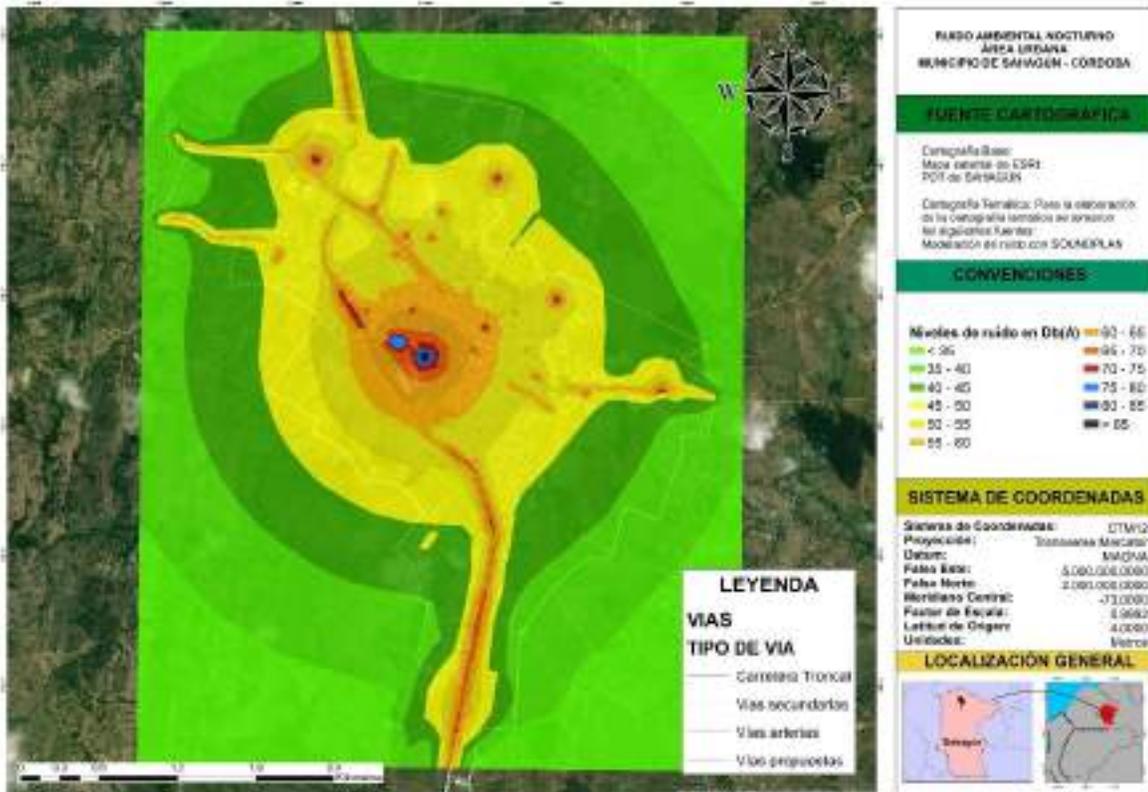
MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Teniendo en cuenta que el área urbana presenta en su mayoría suelos de uso residencial se puede indicar que los niveles superiores a los 65 dB (A) podrían considerarse problemáticas.

Se puede asociar una particularidad a la periferia del área urbana donde se identifica una variación significativa de los niveles de presión sonora que superan los 70 dB (A) esto asociado a que en esta zona se localiza una institución educativa Andrés Rodríguez B. Sede Principal.

8.2.2. Ruido Ambiental Nocturno- Área Urbana Municipio De Sahagún

Ilustración 7. Mapa de ruido ambiental periodo nocturno



Como es de considerar para el periodo nocturno los niveles de presión sonora disminuyen considerablemente, sin embargo, se identifica en la misma área comercial donde se presentaron los mayores niveles sonoro en el periodo diurno

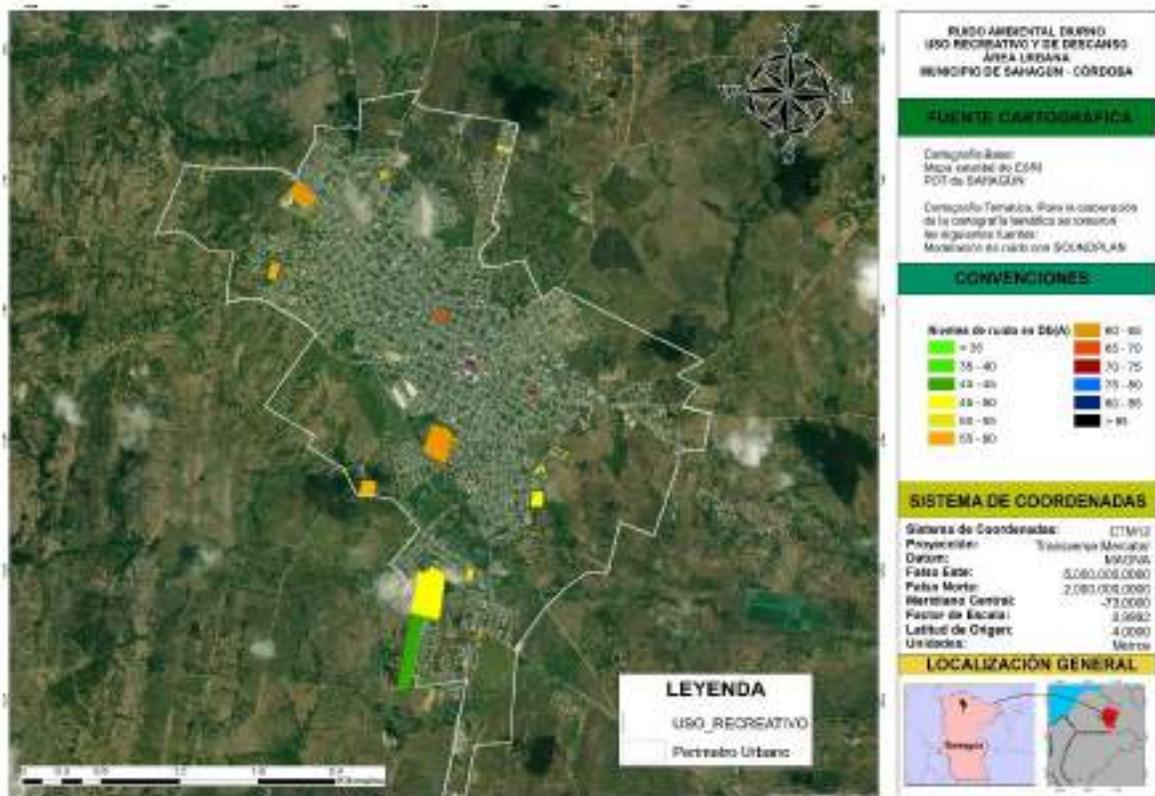
MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

niveles que superan los 80 dB (A) donde los usos predominantes son los residenciales.

8.2.3. Ruido Ambiental por tipo de Uso de Suelo

8.2.3.1. Zona Recreativa

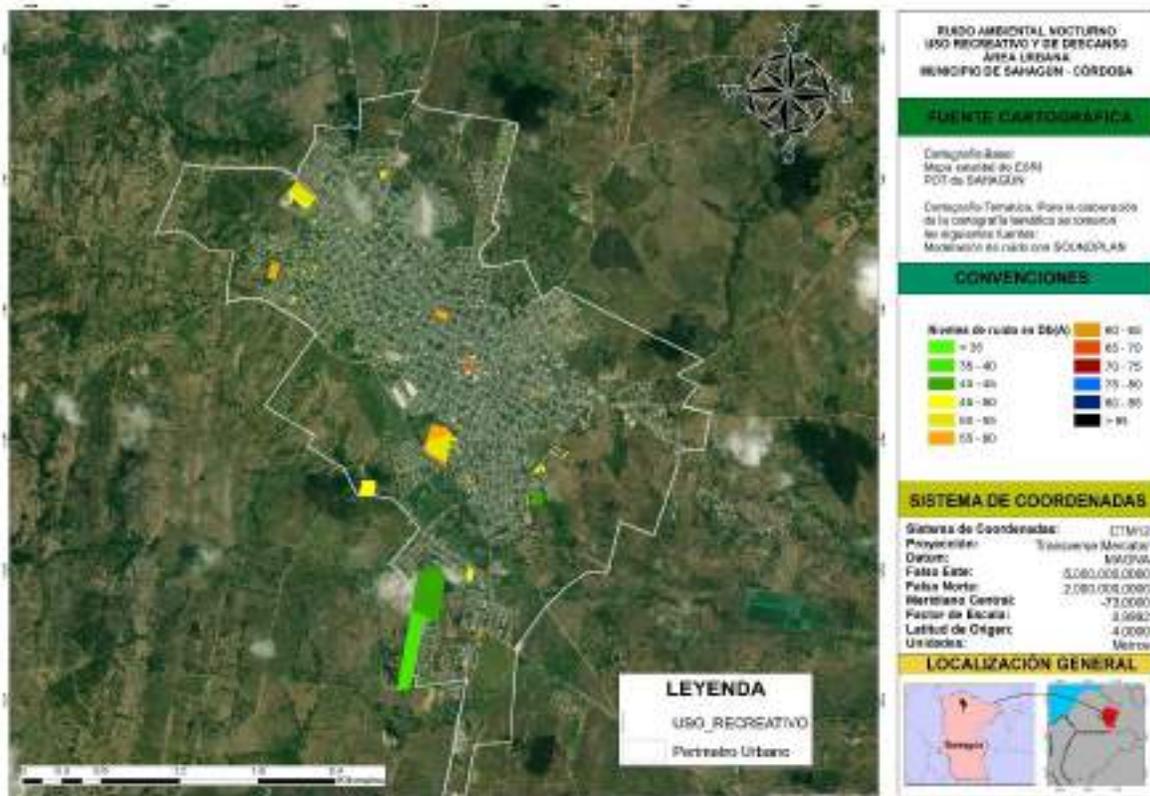
Ilustración 8. Mapa de ruido ambiental zona recreativa- periodo diurno



Para la zona recreativa del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido de hasta 75- 80 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

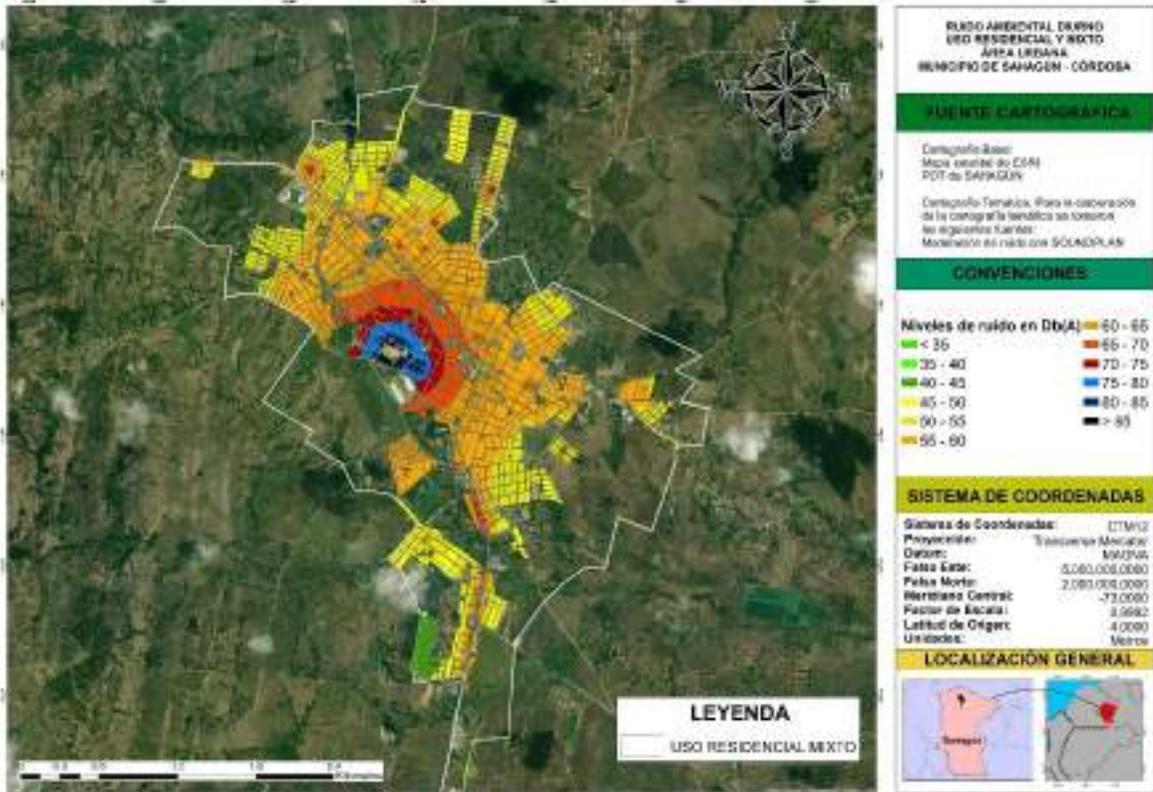
Ilustración 9. Mapa de ruido ambiental zona recreativa- periodo nocturno



Para la zona recreativa del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo nocturno se presentaron niveles de ruido de hasta 70 dB (A).

8.2.3.1. Zona Residencial- Mixta

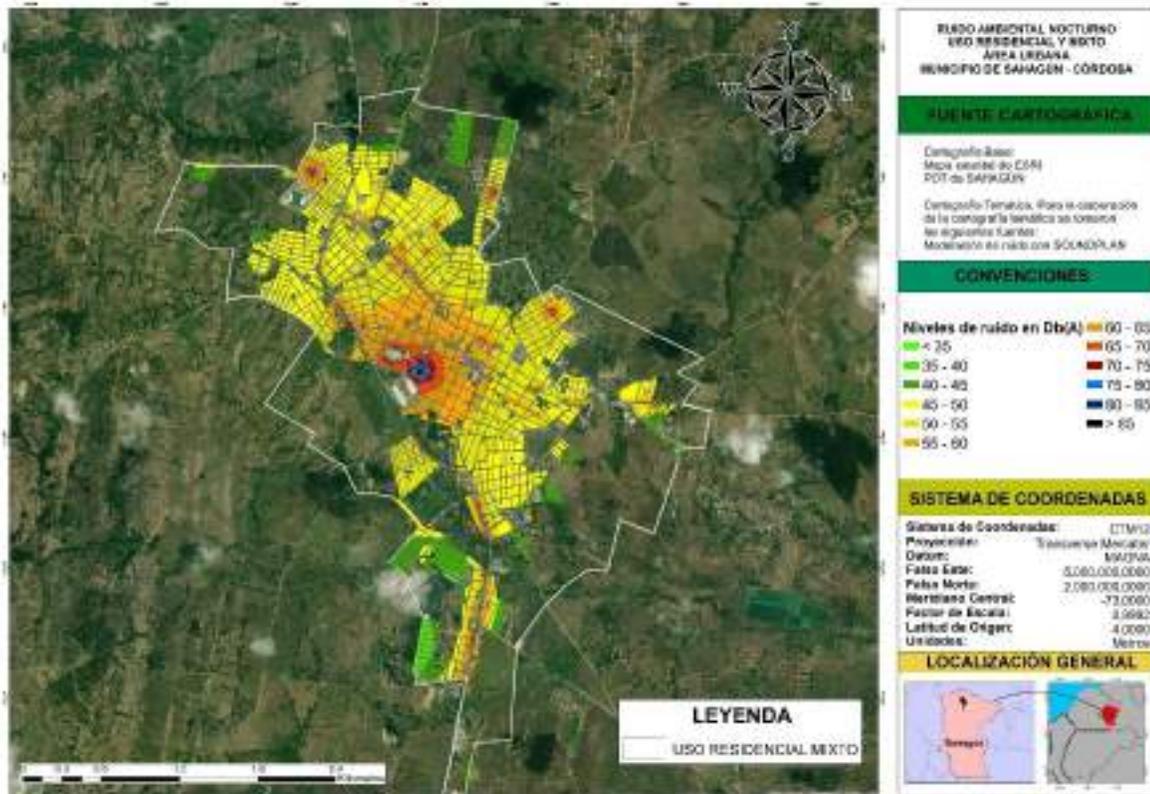
Ilustración 10. Mapa de ruido ambiental zona residencial- mixta- periodo diurno



Para la zona residencial- mixta del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido mayores a 85 dB (A). En su mayoría se concentran sobre la plaza San Pedro y sus alrededores, esto asociado a la presencia de locales comerciales.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 11. Mapa de ruido ambiental zona residencial- mixta- periodo nocturno

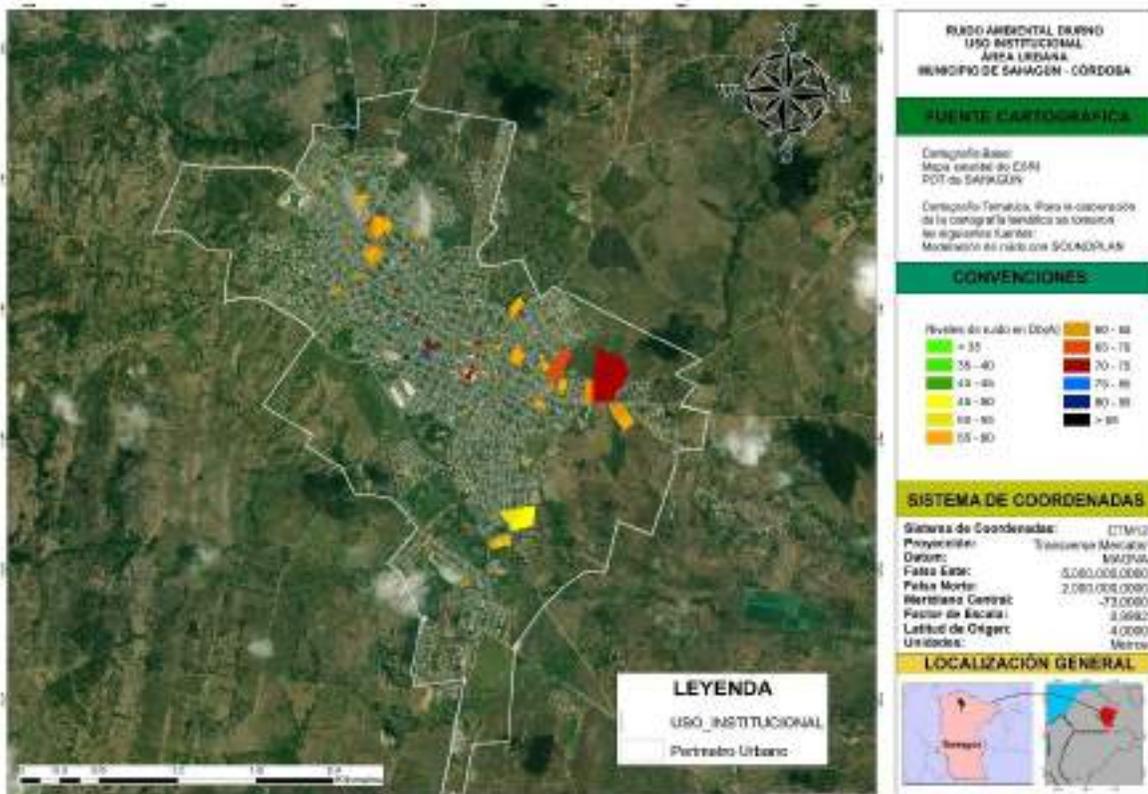


Para la zona residencial- mixta del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo nocturno se presentaron niveles de ruido mayores a 85 dB (A) focalizados en un área donde se localiza un billar.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.3.2. Zona Institucional

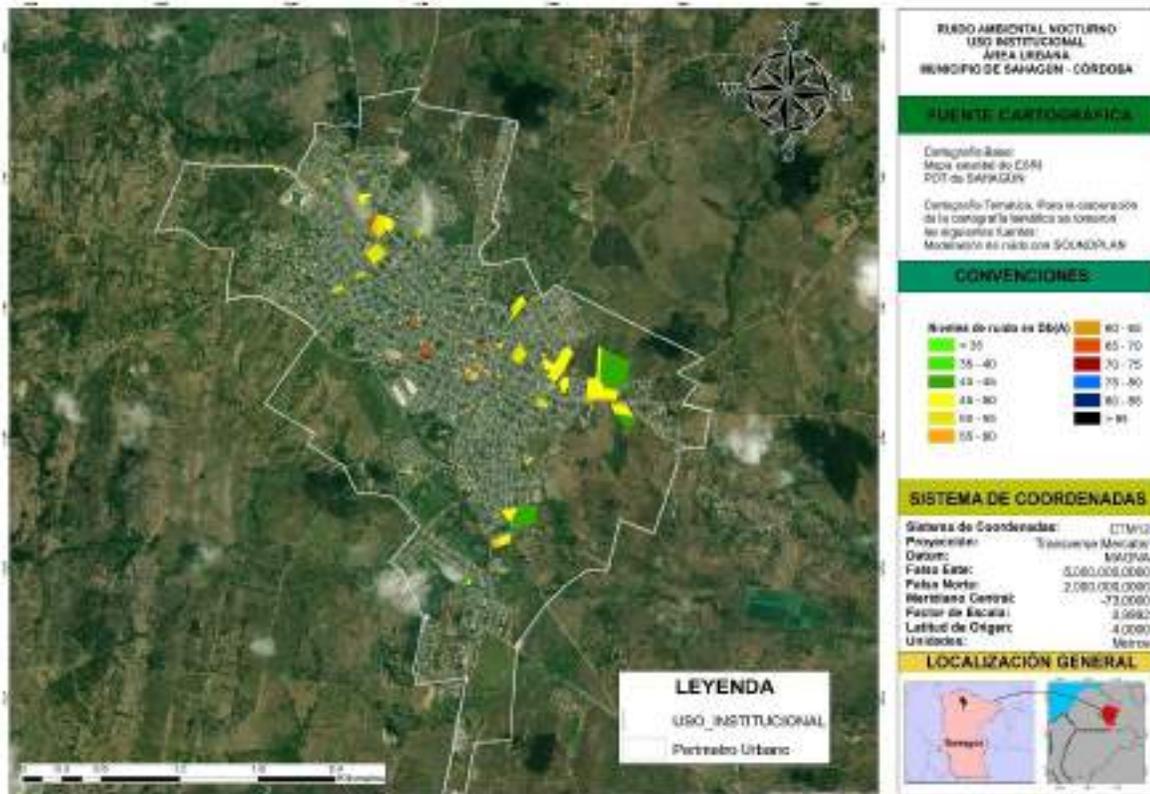
Ilustración 12. Mapa de ruido ambiental zona institucional- periodo diurno



Para la zona institucional del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido de hasta 70-75 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 13. Mapa de ruido ambiental zona institucional- periodo nocturno

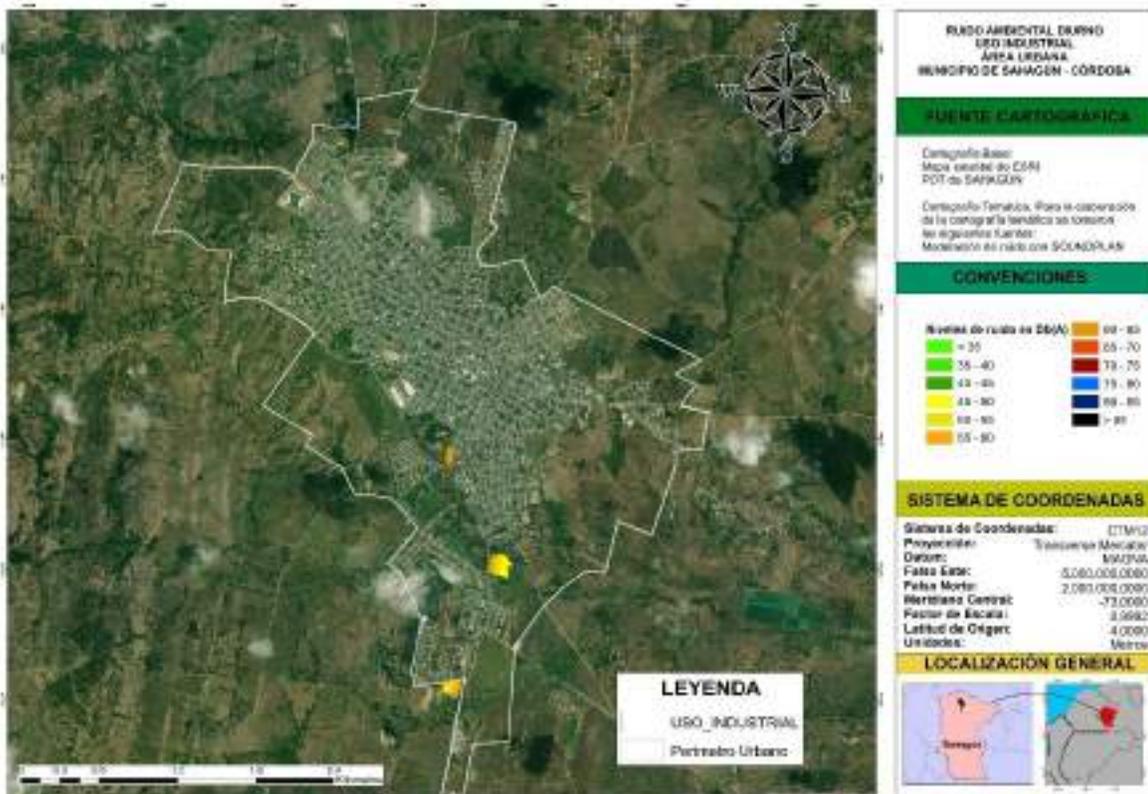


Para la zona institucional del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo nocturno en menor proporción se presentaron niveles de ruido de hasta 70-75 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.3.3. Zona Industrial

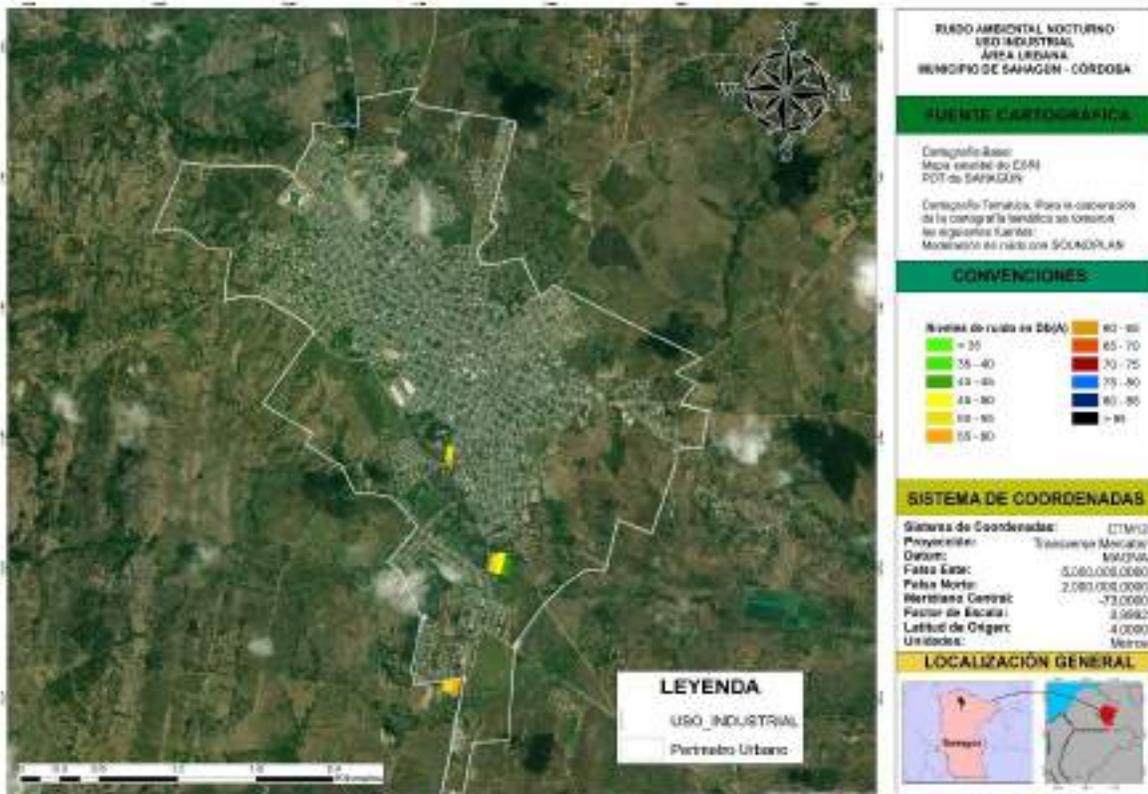
Ilustración 14. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo diurno



Para la zona industrial del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido de hasta 60-65 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 15. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo nocturno

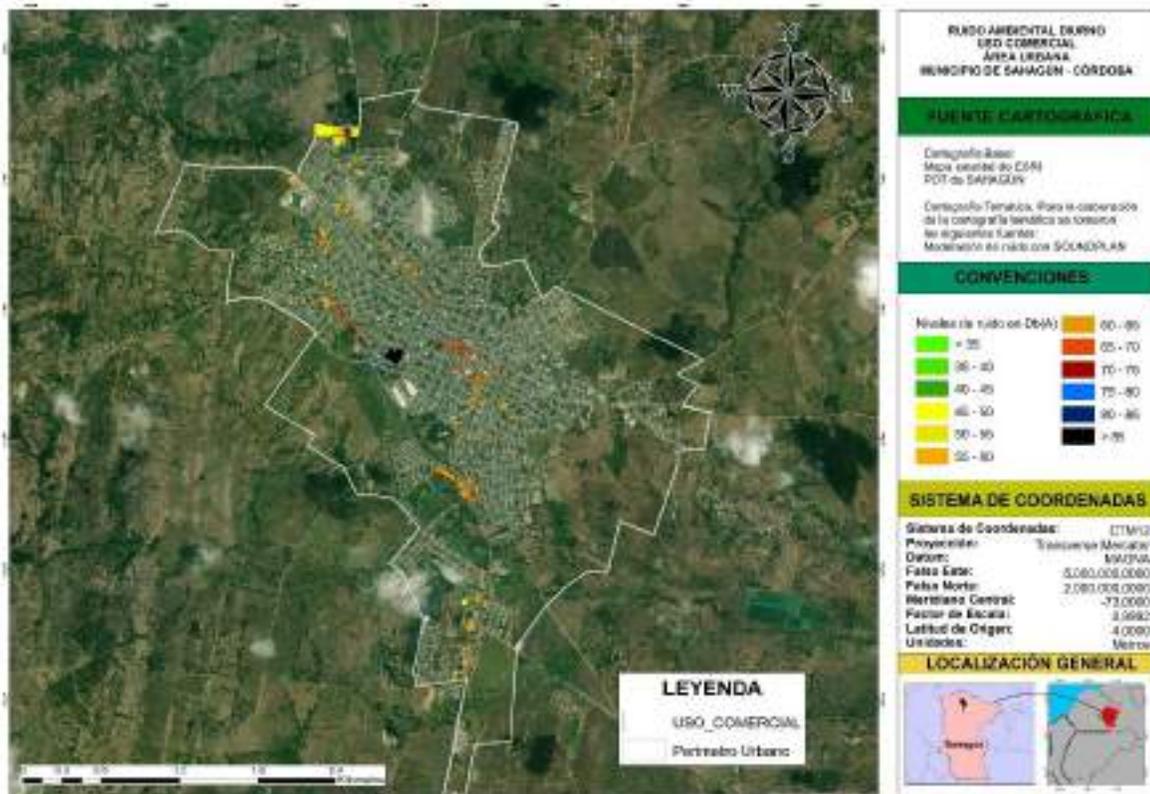


Para la zona industrial del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido de hasta 60-65 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.3.4. Zona Comercial

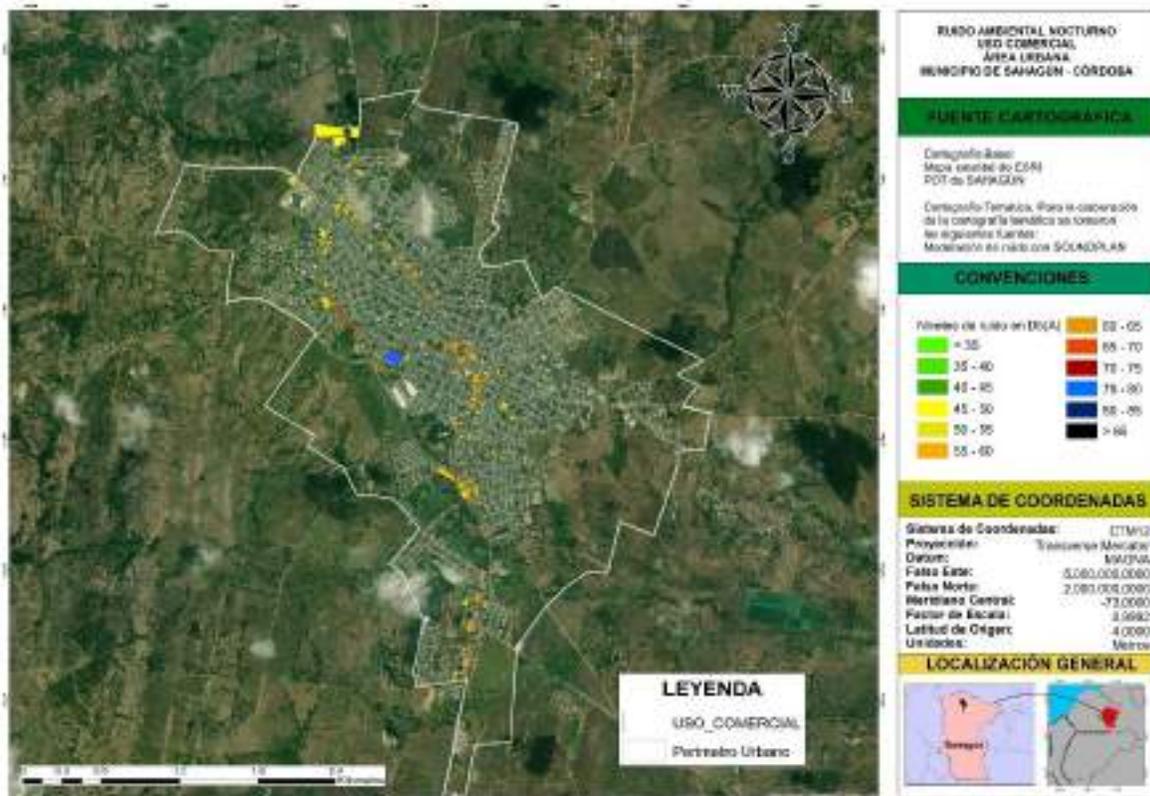
Ilustración 16. Mapa de ruido ambiental zona comercial- periodo diurno



Para la zona comercial del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo diurno se presentaron niveles de ruido mayores a 85 dB (A) focalizados en la Plaza San Pedro.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 17. Mapa de ruido ambiental zona industrial- periodo nocturno

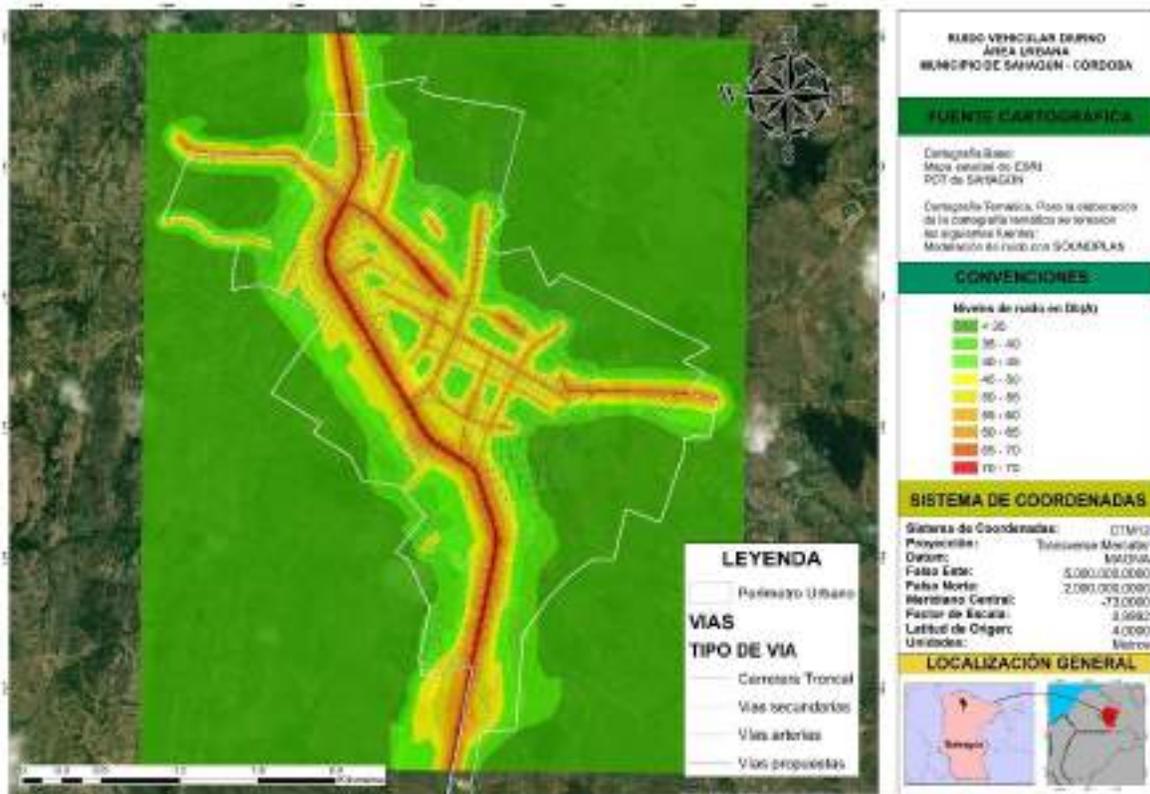


Para la zona comercial del área urbana del municipio de Sahagún en el periodo nocturno se presentaron niveles de ruido entre 75- 80 dB (A) focalizados en la Plaza San Pedro.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.4. Ruido Vehicular Diurno- Área Urbana Municipio De Sahagún

Ilustración 18. Mapa de ruido vehicular periodo diurno

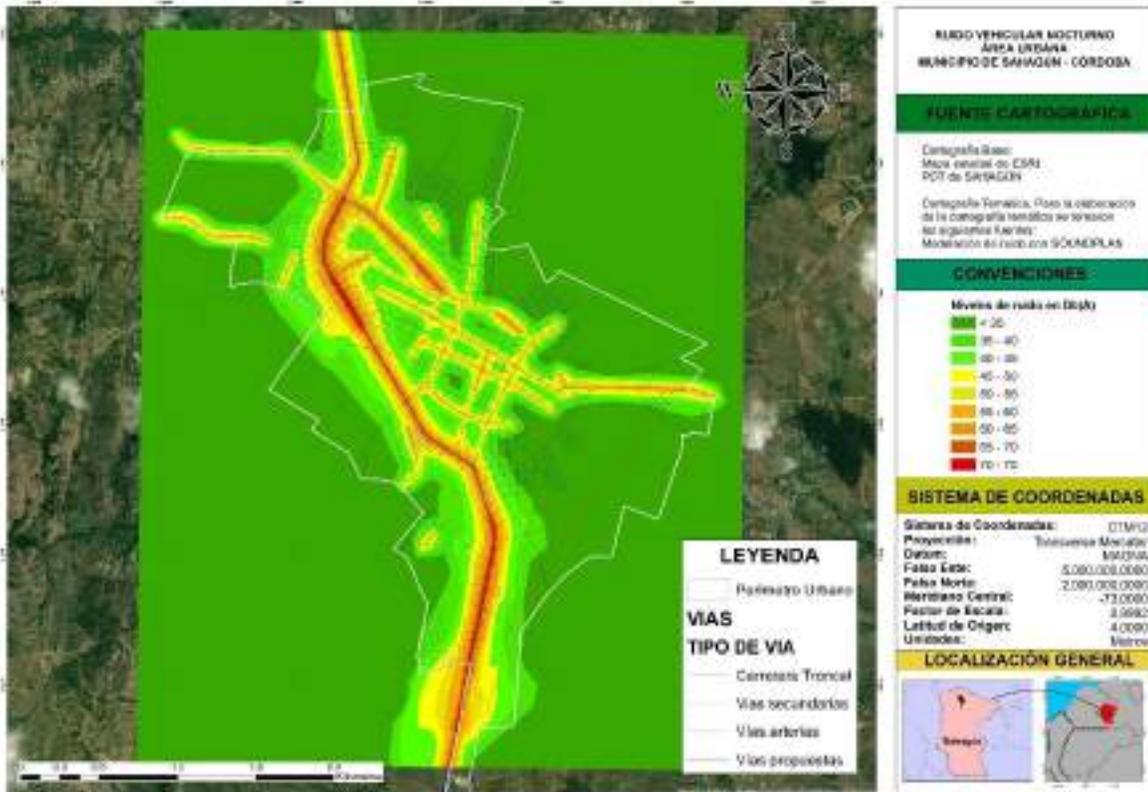


Sobre la troncal se concentran los mayores niveles de presión sonora comprendidos entre los 70 y 75 dB (A) en el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.5. Ruido Vehicular Nocturno- Área Urbana Municipio De Sahagún

Ilustración 19. Mapa de ruido vehicular periodo nocturno



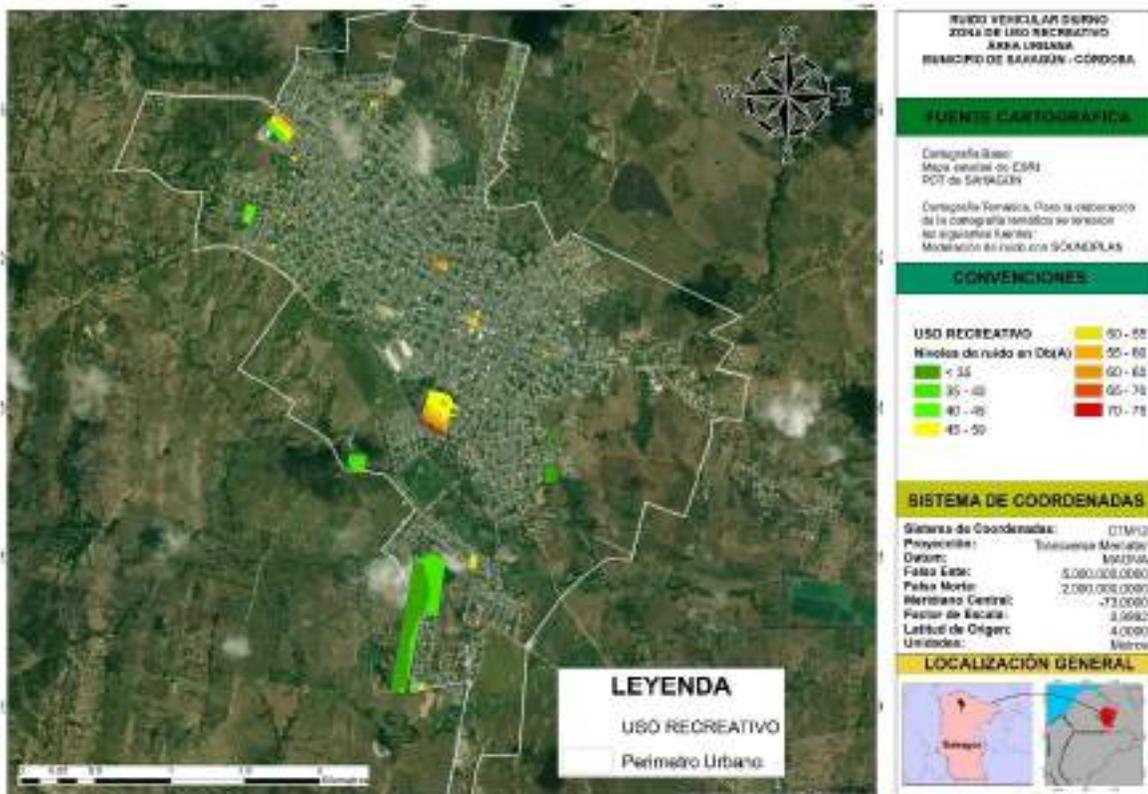
Para el periodo nocturno persisten los niveles de ruido sobre la troncal presentándose sobre los 70 dB (A).

A continuación, se discriminan los niveles de presión sonora generados por el tráfico vehicular por zonas o usos de suelos clasificados como: recreacional, residencial y mixtos, institucional, industrial y comercial para el periodo diurno y nocturno.

8.2.6. Ruido vehicular por tipo de uso de suelo

8.2.6.1. Zona recreativa

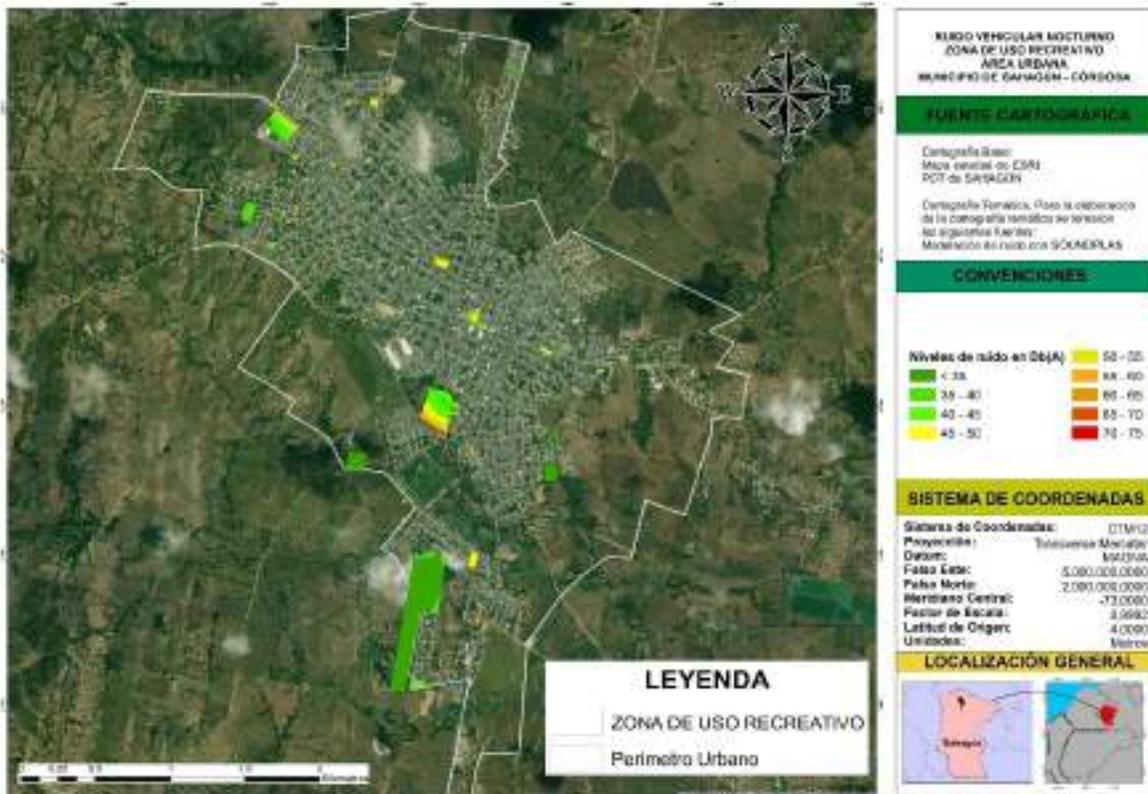
Ilustración 20. Mapa de ruido vehicular zona recreativa- periodo diurno



Se presentan niveles de ruido para el periodo diurno de hasta 75 dB (A) asociado al tráfico vehicular sobre la troncal.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

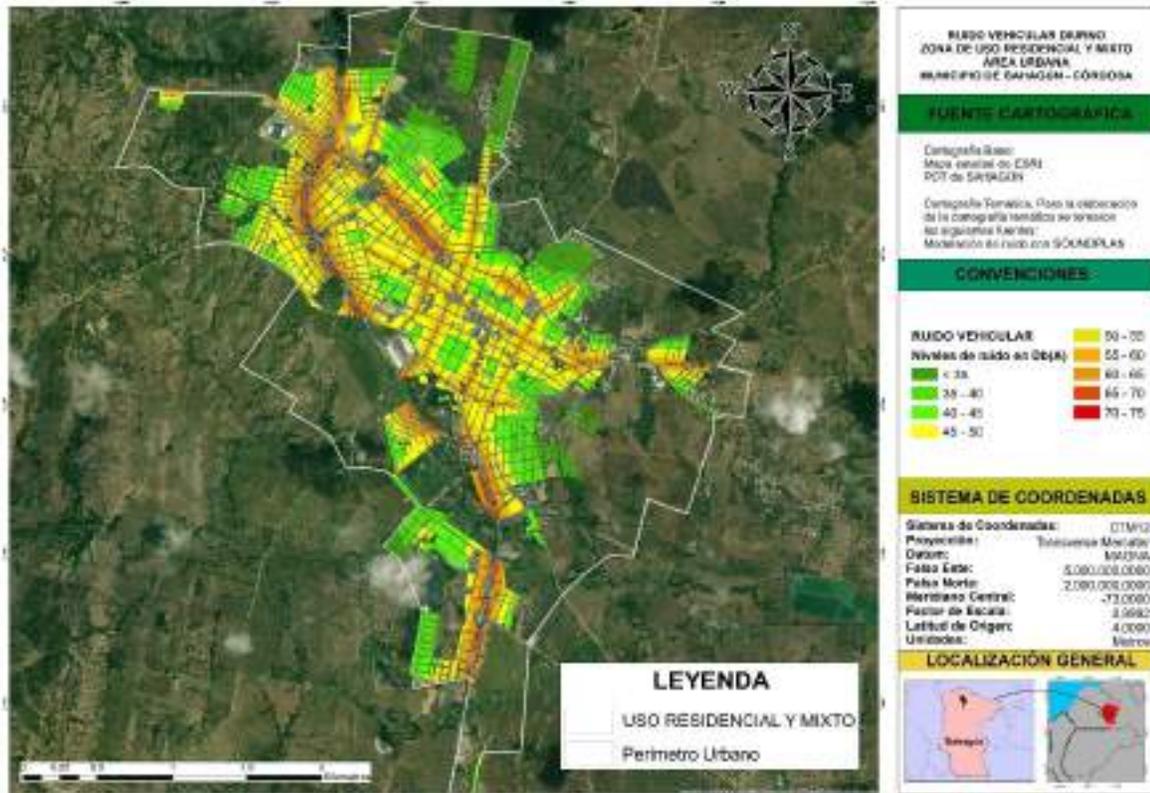
Ilustración 21. Mapa de ruido vehicular zona recreativa- periodo nocturno



Se presentan niveles de ruido para el periodo nocturno de hasta 70 dB (A) asociado al tráfico vehicular sobre la troncal.

8.2.6.1. Zona Residencial y mixta

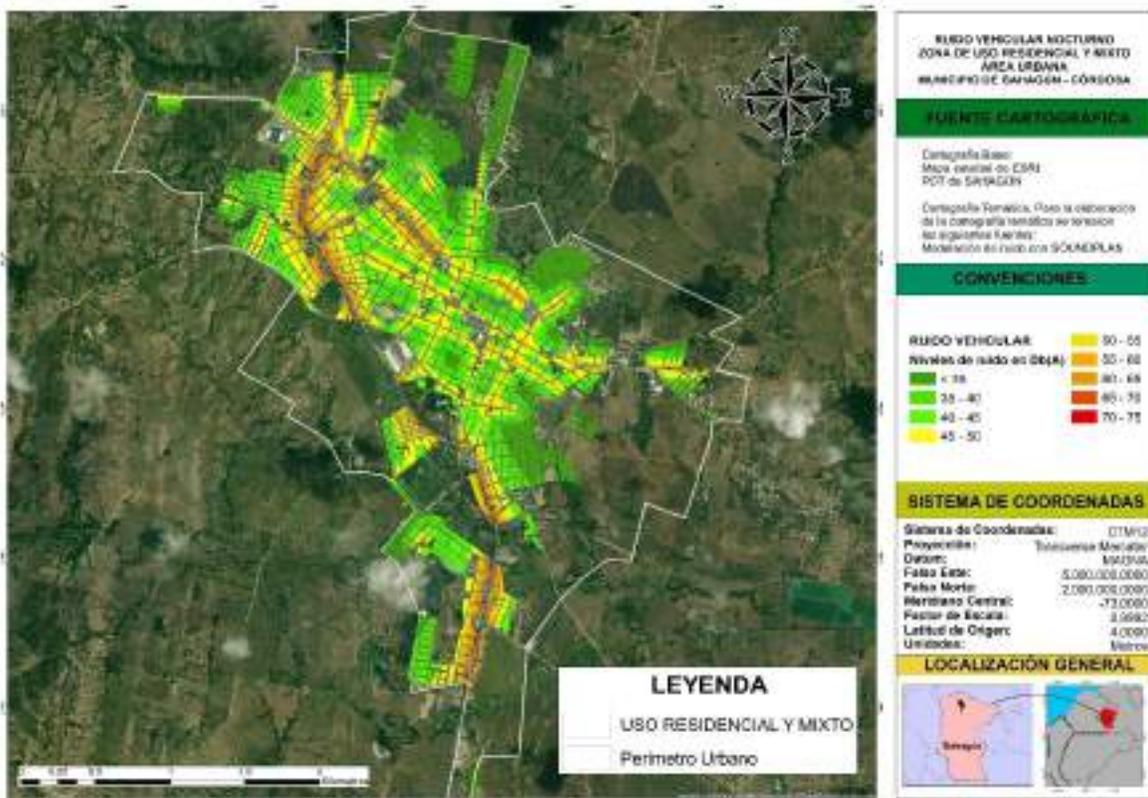
Ilustración 22. Mapa de ruido vehicular zona residencial y mixta- periodo diurno



Se presentan niveles de ruido para el periodo diurno de hasta 70 dB (A) asociado al tráfico vehicular sobre la troncal y la Calle 18 que corresponde a una vía de doble sentido.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 23. Mapa de ruido vehicular zona residencial y mixta- periodo nocturno



Se presentan niveles de ruido para el periodo nocturno de hasta 70 dB (A) asociado al tráfico vehicular sobre la troncal y la Calle 18 que corresponde a una vía de doble sentido con reducciones significativas.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.6.1. Zona Industrial

Ilustración 24. Mapa de ruido vehicular zona industrial- periodo diurno



La zona industrial en el área urbana del municipio de Sahagún es reducida y se limita a las presentes en orillas de la troncal; para el periodo diurno se presentaron niveles de hasta 75 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 25. Mapa de ruido vehicular zona industrial- periodo nocturno

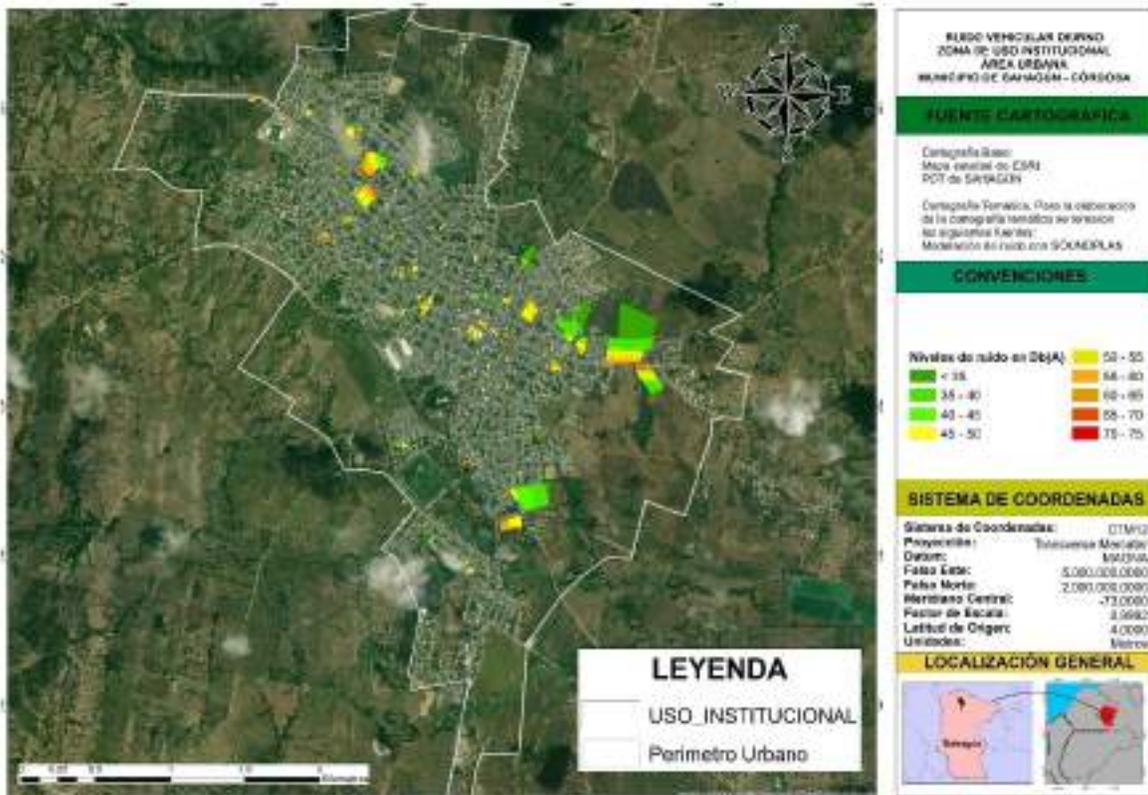


La zona industrial en el área urbana del municipio de Sahagún es reducida y se limita a las presentes en orillas de la troncal; para el periodo nocturno se presentaron niveles de hasta 70 dB (A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.2.6.1. Zona Institucional

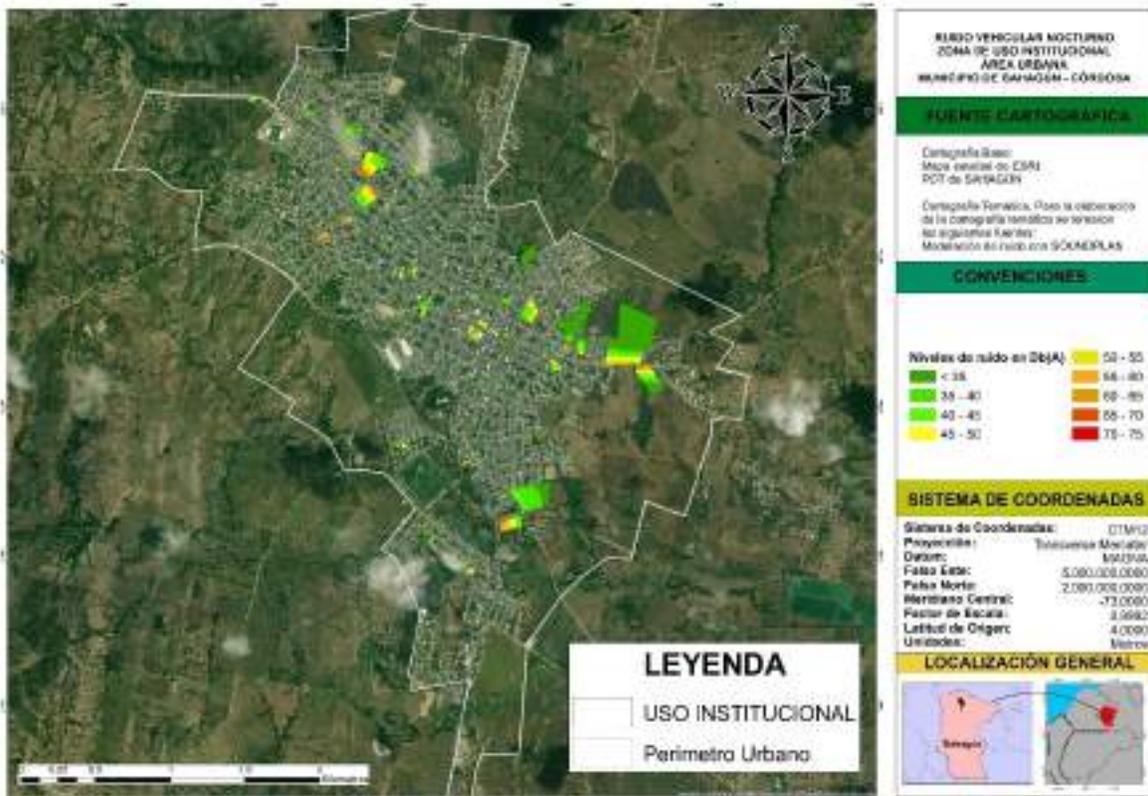
Ilustración 26. Mapa de ruido vehicular zona Institucional- periodo diurno



Para las zonas institucionales se presentaron niveles de ruido por tráfico vehicular que superan los 75 dB (A) para el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

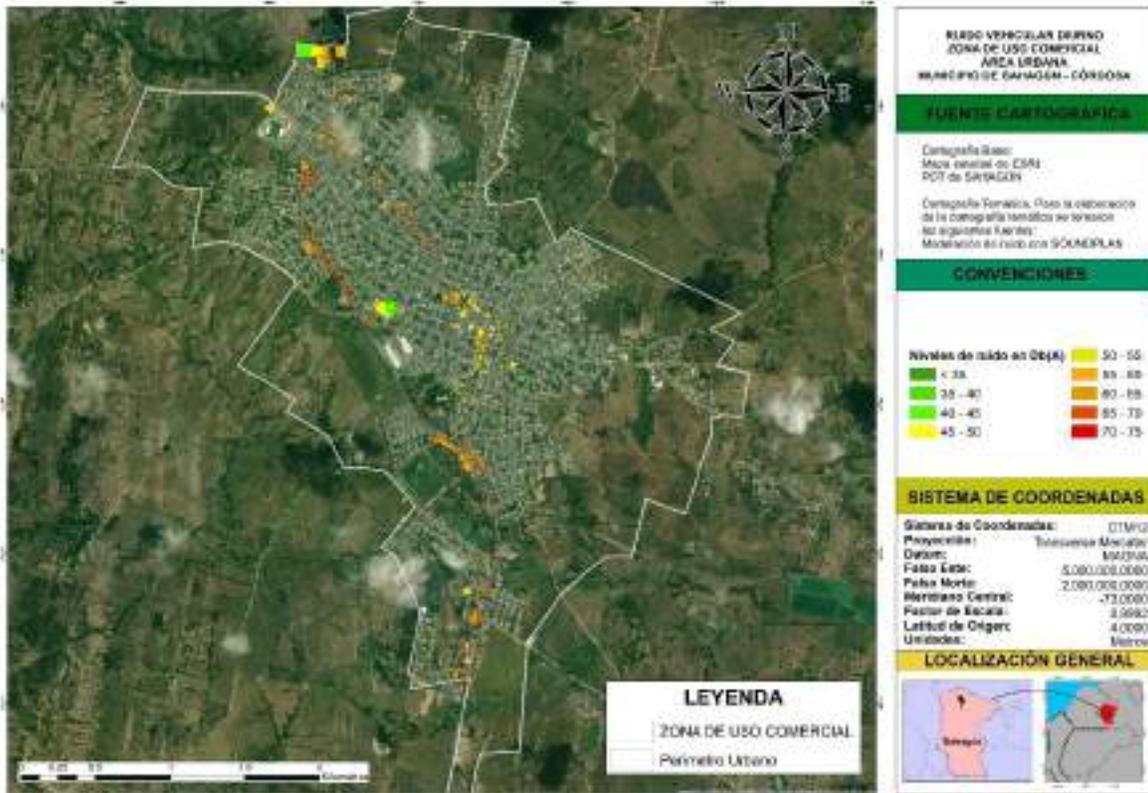
Ilustración 27. Mapa de ruido vehicular zona Institucional- periodo nocturno



Para las zonas institucionales se presentaron niveles de ruido por tráfico vehicular que superan los 70 dB (A) para el periodo nocturno.

8.2.6.1. Zona Comercial

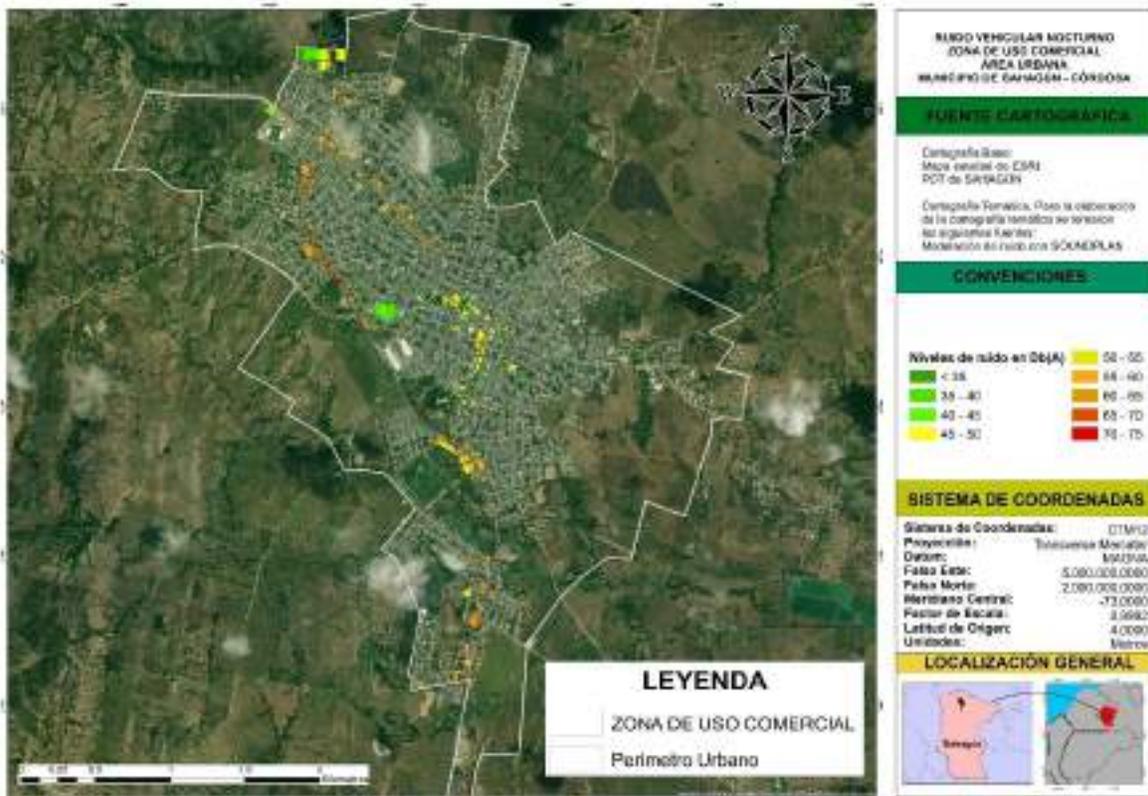
Ilustración 28. Mapa de ruido vehicular zona comercial- periodo diurno



Para las zonas comerciales los mayores niveles de ruido por tráfico vehicular se asocian a la troncal con niveles que superan los 75 dB (A) para el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 29. Mapa de ruido vehicular zona comercial- periodo nocturno



Para las zonas comerciales los mayores niveles de ruido por tráfico vehicular se asocian a la troncal con niveles que superan los 70 dB (A) para el periodo nocturno.

8.3. Áreas críticas y de conflicto de uso de suelo

La Resolución 0627 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) estableció los niveles máximos permisibles de emisión de ruido en su artículo 9 de la Tabla 1, determinando cuales son los sectores dispuestos según el uso del suelo y las emisiones permisibles en dichas áreas:

Tabla 20. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A). Fuente: Resolución 0627 de 2006 - MAVDT

Sector	Subsector	Máximos permisibles ruido ambiental, dB(A)		Máximos permisibles ruido de emisión, dB(A)	
		Día	Noche	Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45	55	50
Sector B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50	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	70	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50	65	55
	Zonas con usos institucionales.				

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Sector	Subsector	Máximos permisibles ruido ambiental, dB(A)		Máximos permisibles ruido de emisión, dB(A)	
		Día	Noche	Día	Noche
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70	80	75
Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencial suburbana.	55	45	55	50

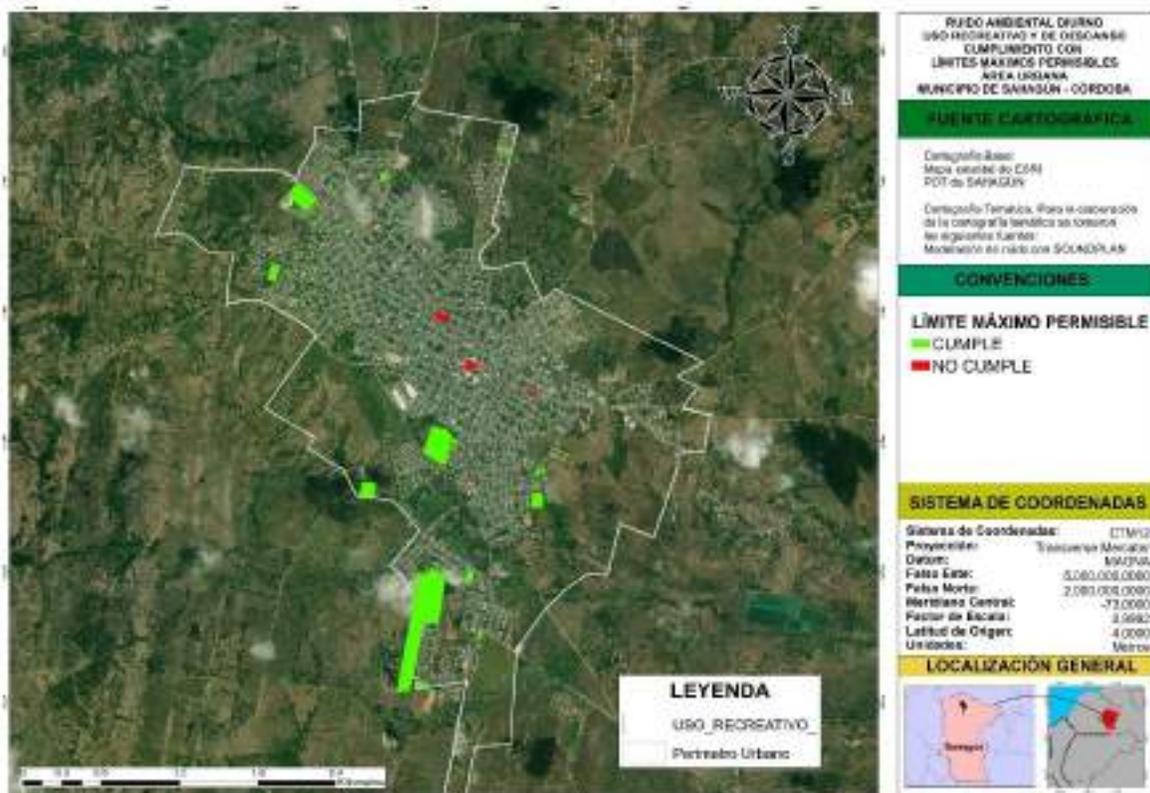
Teniendo en cuenta lo anterior se identificaron las zonas principales donde se presentan conflicto de uso de suelo por ruido ambiental en el área urbana del municipio de Sahagún, Córdoba.

- En su mayoría el uso predominante en el municipio de Sahagún corresponde al residencial o mixto (comercial y residencial) el cual se clasifica como Sector B. Tranquilidad y ruido moderado y se establece que para el horario diurno el límite máximo permisible de ruido ambiental corresponde a 65 dB(A). Comparando esta postura con los resultados de la modelación se puede inferir que la mayor área se presentaron niveles de ruido entre los 45 y los 65 dB(A) si exceder esta norma. Sin embargo, para el caso de los alrededores de la plaza San Pedro se presentaron niveles de ruido superiores a los 85 dB(A) lo que supera cualquier límite establecido para los sectores definidos en la resolución. Se puede concluir que el tráfico vehicular parece ser la fuente principal de ruido, dado que las concentraciones de ruido están alineadas con las carreteras troncales y secundarias.
- Para el caso del mapa de ruido para el periodo nocturno se presentan niveles de ruido por encima de los 85 dB(A) en una zona de uso residencial, excediendo considerablemente el límite de 50 dB(A) establecido por la resolución.

8.3.1. Ruido Ambiental

8.3.1.1. Zona recreativa

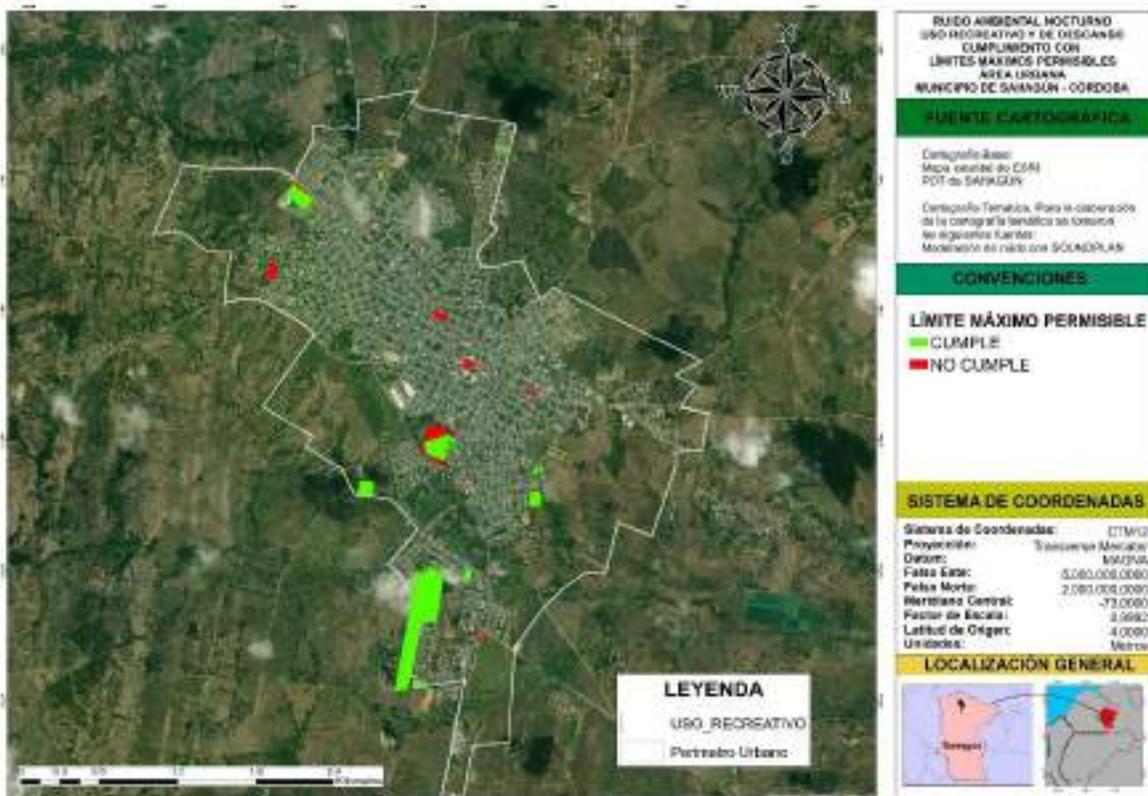
Ilustración 30. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa



Para la zona recreativa en el periodo diurno se evidenciaron áreas donde se incumple la norma, esto se asocia a la presencia de los parques recreacionales.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 31. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa

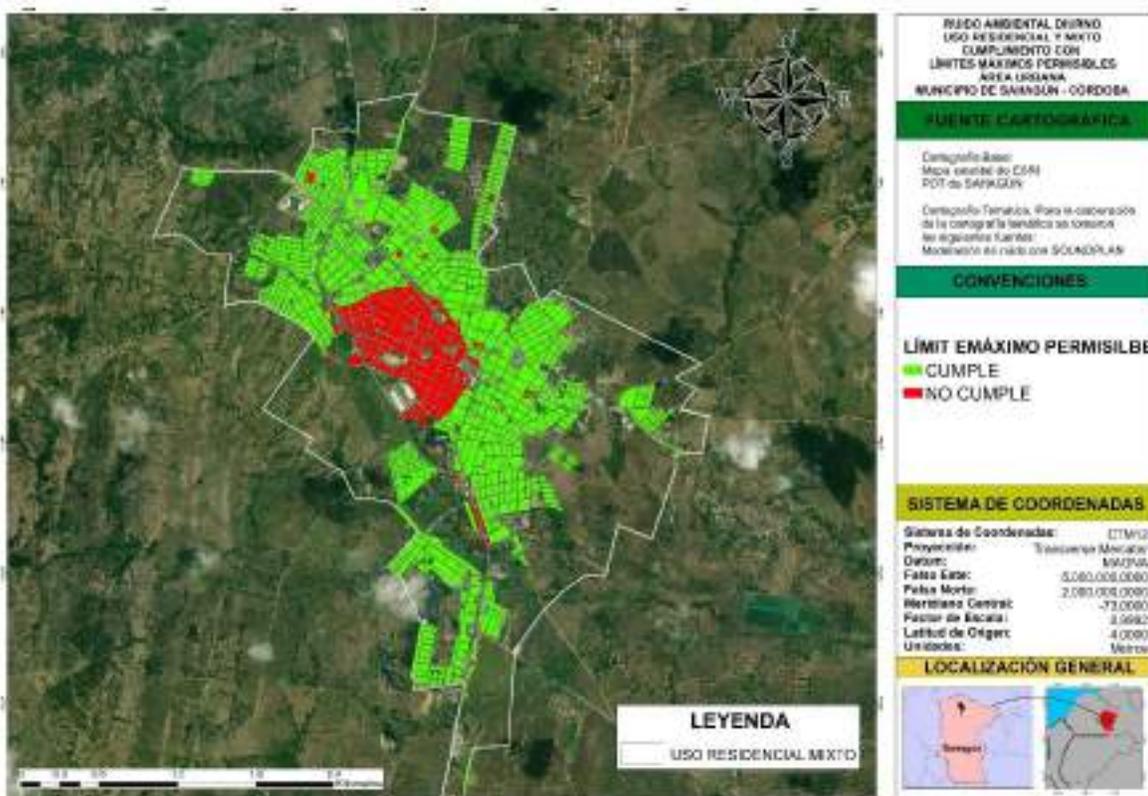


Para la zona recreativa en el periodo nocturno se evidenciaron áreas donde se incumple la norma, esto se asocia a la presencia de los parques recreacionales.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.1.2. Zona residencial- mixta

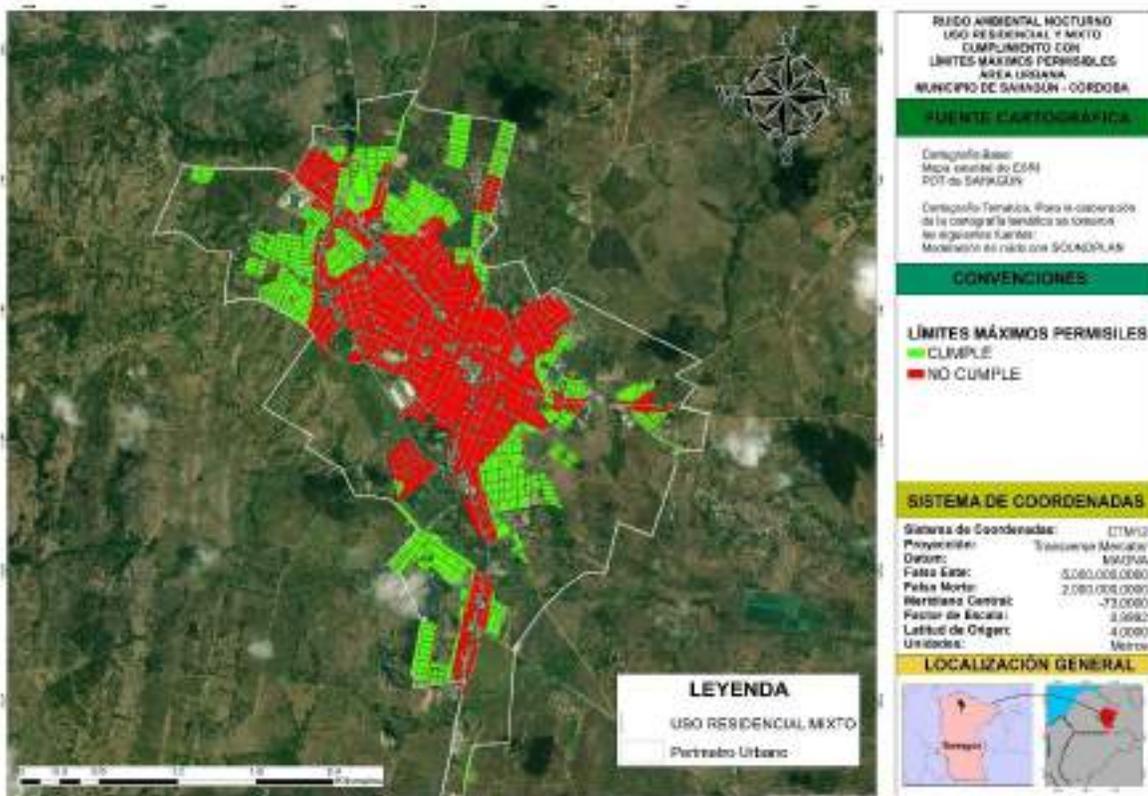
Ilustración 32. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona residencial- mixta



En esta zona se evidencia un alto índice de incumplimiento de la norma de forma creciente a lo largo de la troncal y se concentran sobre los alrededores del terminal de transporte, encontrándose niveles de presión sonora de entre 65- 85 dB(A) que superan lo establecido en la resolución con límites máximos permisibles de 65 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 33. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona residencial- mixta

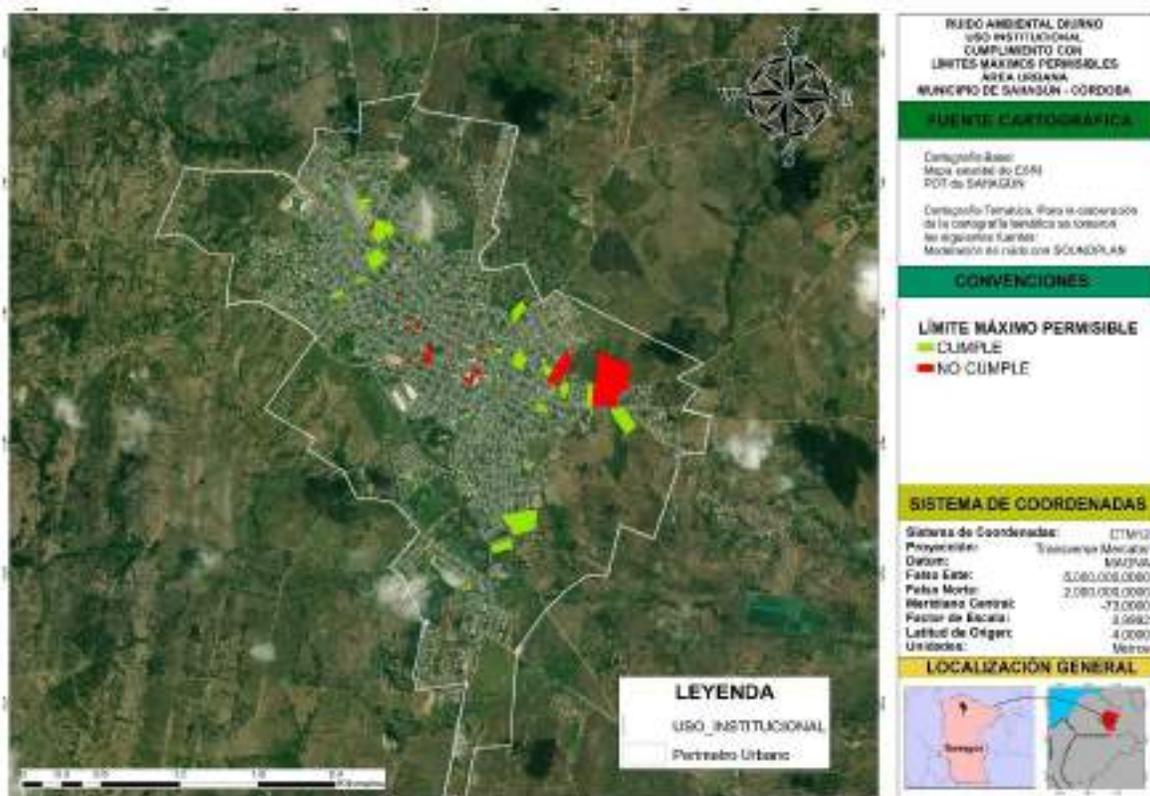


En esta zona se evidencia un alto índice de incumplimiento de la norma de forma generalizada en el área urbana del municipio, donde se presentan niveles sonoros de entre 55 y hasta 85 dB(A) que superan lo establecido en la resolución con límites máximos permisibles de 50 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.1.3. Zona institucional

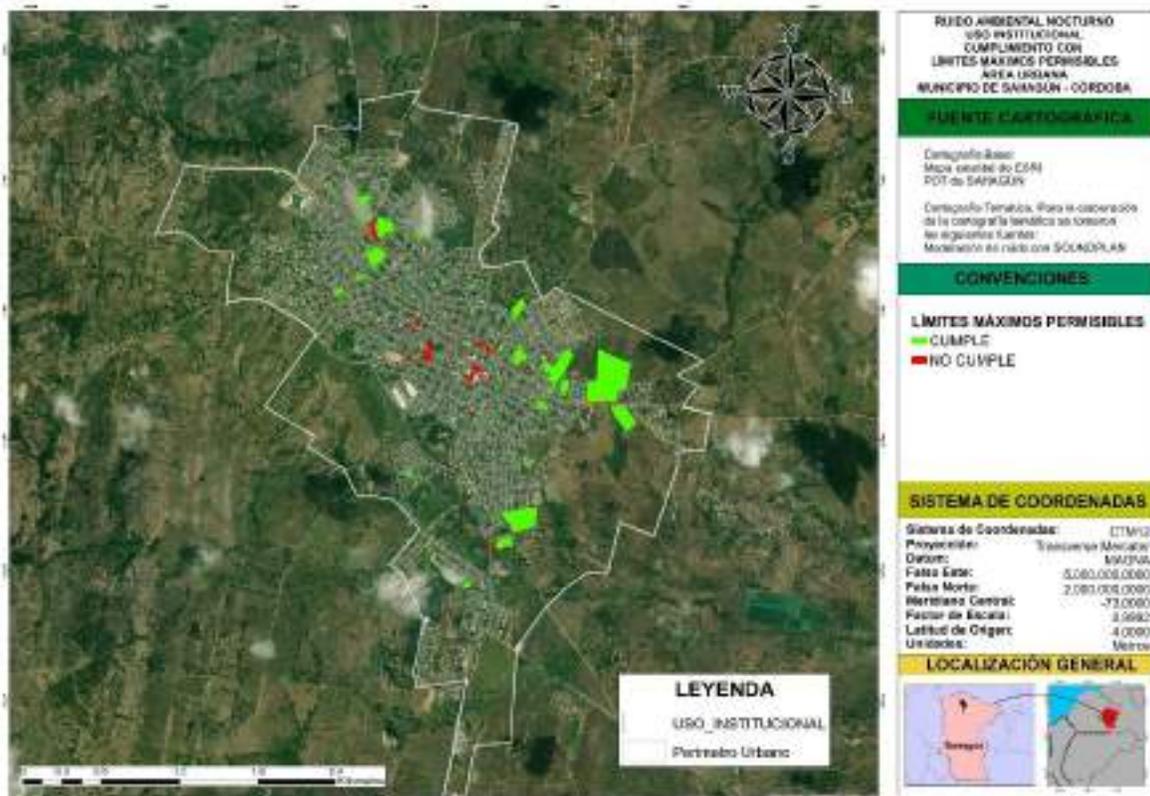
Ilustración 34. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional



En esta zona se evidencia un incumplimiento de la norma de forma discontinua donde se focaliza principalmente sobre las instituciones educativas superando los niveles de presión sonora entre 70 y 75 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 35. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional

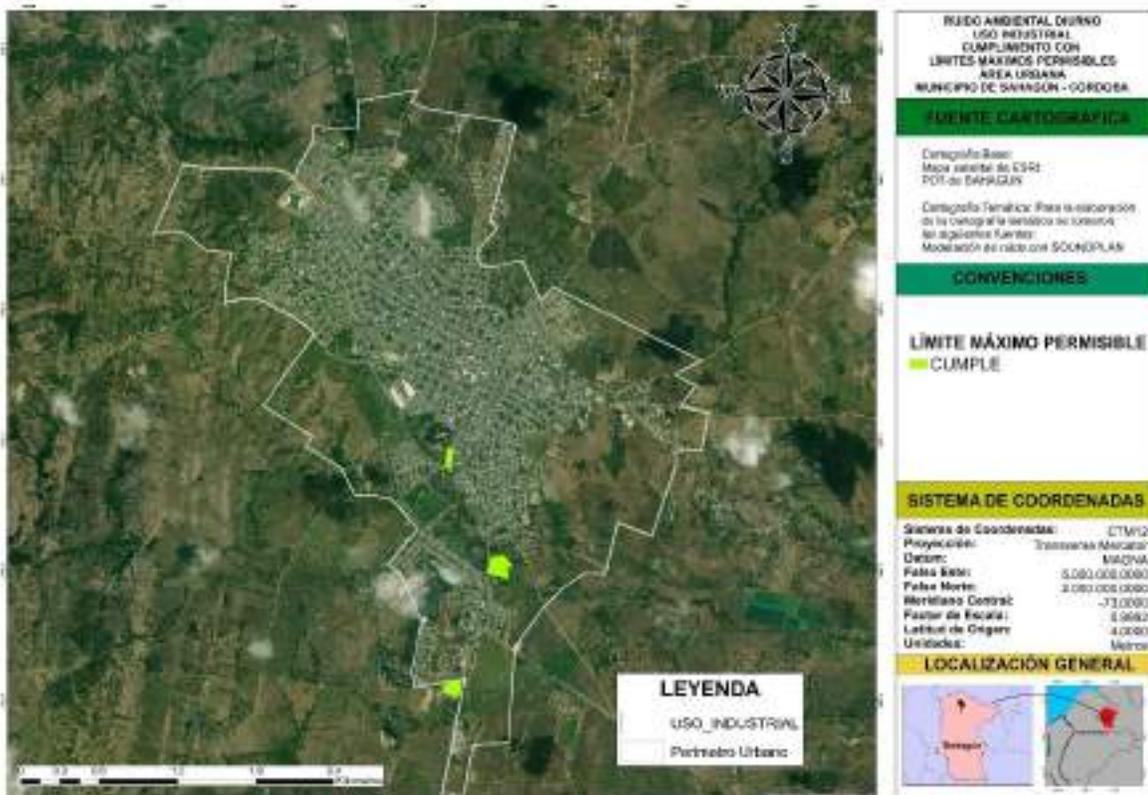


En esta zona se evidencia un incumplimiento de la norma más reducida que en el periodo diurno, donde se focaliza principalmente sobre diversas instituciones diferentes a las educativas.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.1.4. Zona industrial

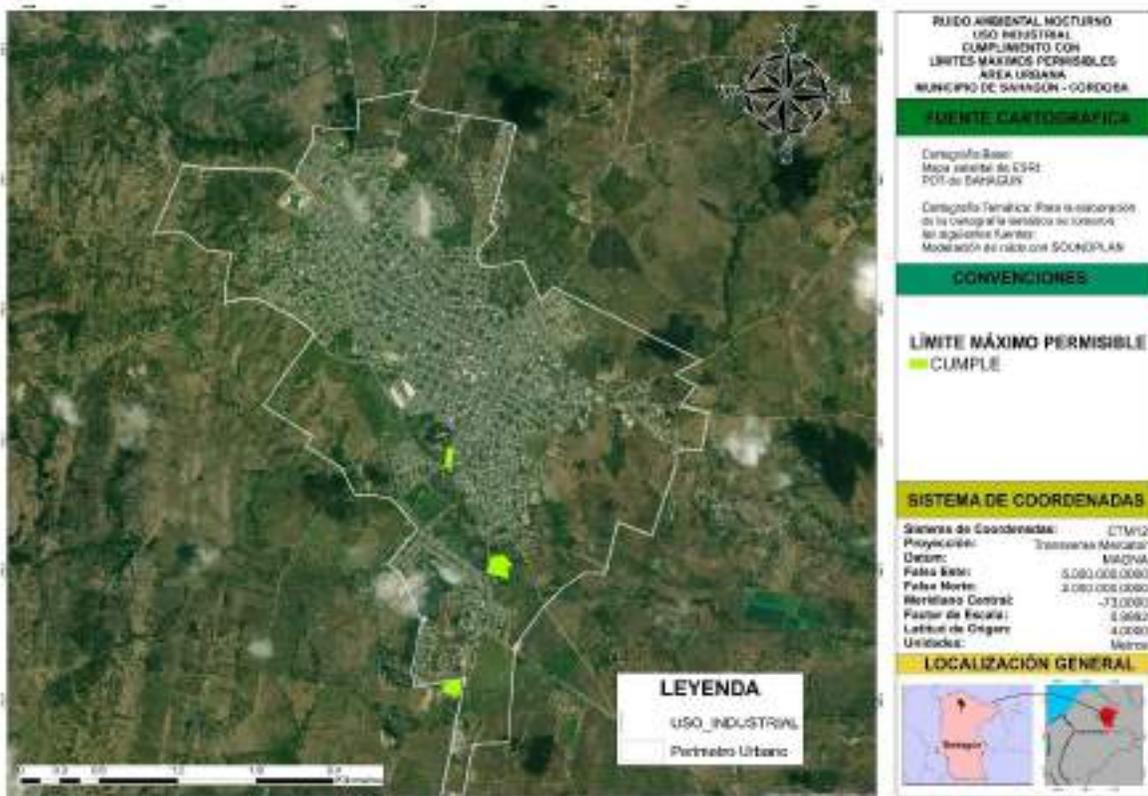
Ilustración 36. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial



En la zona industrial no se presenta incumplimiento de la norma por ruido ambiental para el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 37. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial

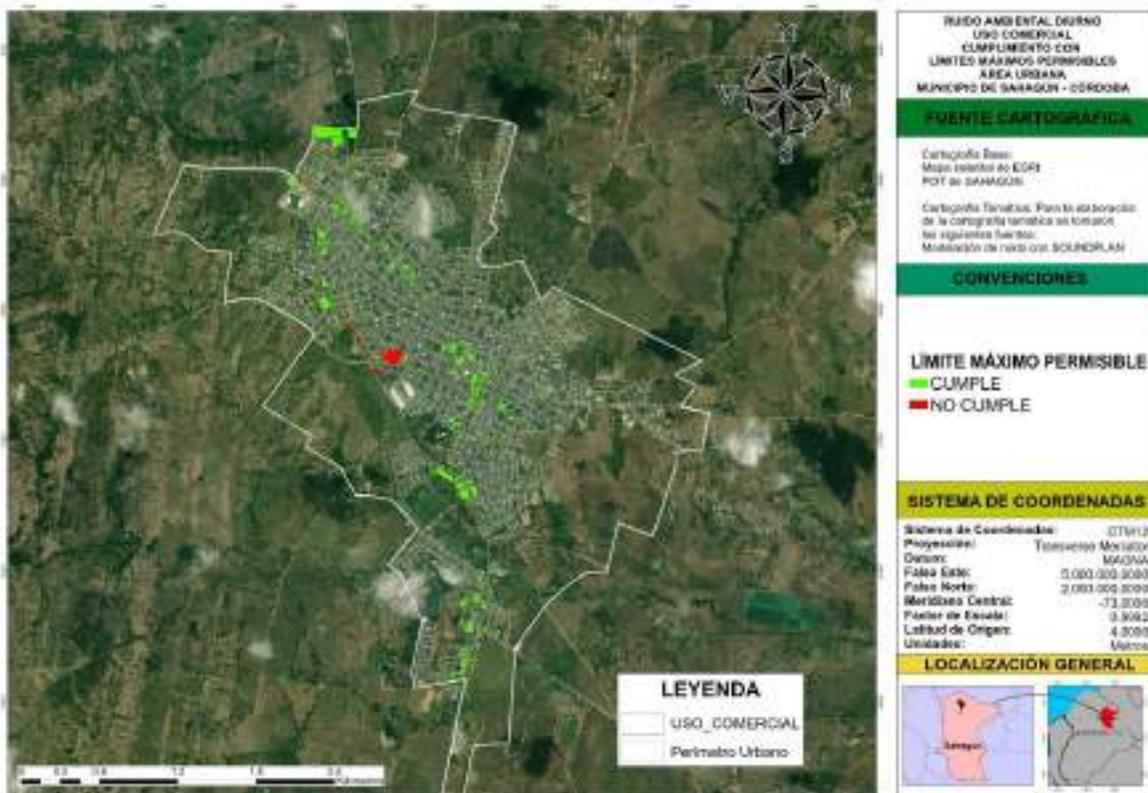


En la zona industrial no se presenta incumplimiento de la norma por ruido ambiental para el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.1.1. Zona comercial

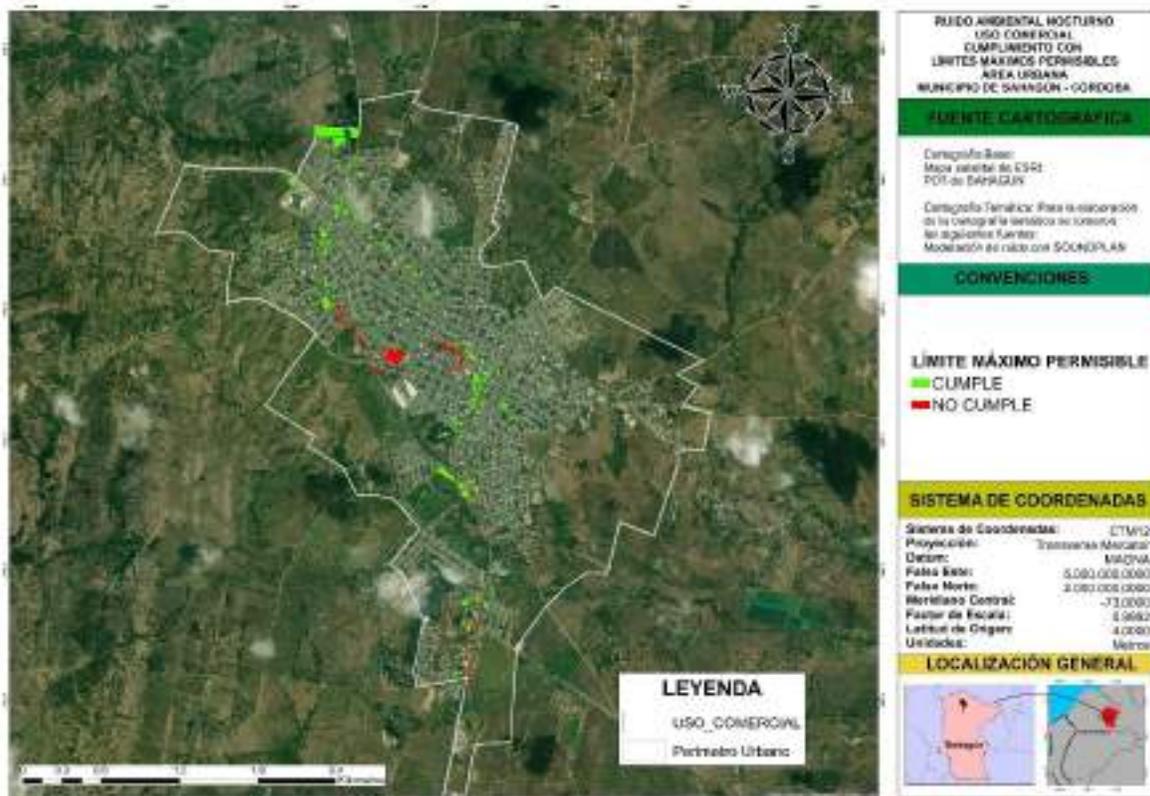
Ilustración 38. Ruido Ambiental Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial



En la zona comercial no se presenta incumplimiento de la norma por ruido ambiental para el periodo diurno principalmente en la Plaza San Pedro y sobre la troncal presentandose niveles superiores a los 85 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 39. Ruido Ambiental Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial

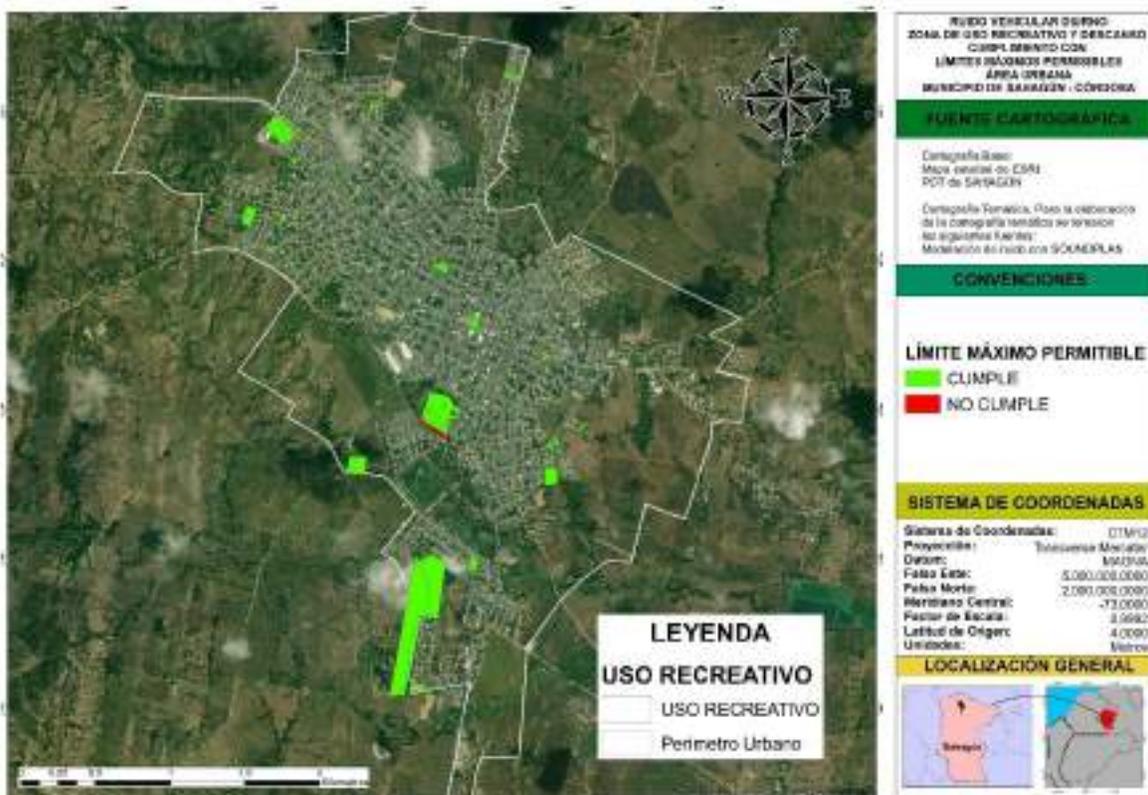


En la zona comercial no se presenta incumplimiento de la norma por ruido ambiental para el periodo diurno principalmente en la Plaza San Pedro y sobre la troncal presentandose niveles entre los 75- 80 dB(A) superiores a lo establecido en la resolución de máximo 55 dB(A).

8.3.2. Ruido vehicular

8.3.2.1. Zona recreativa

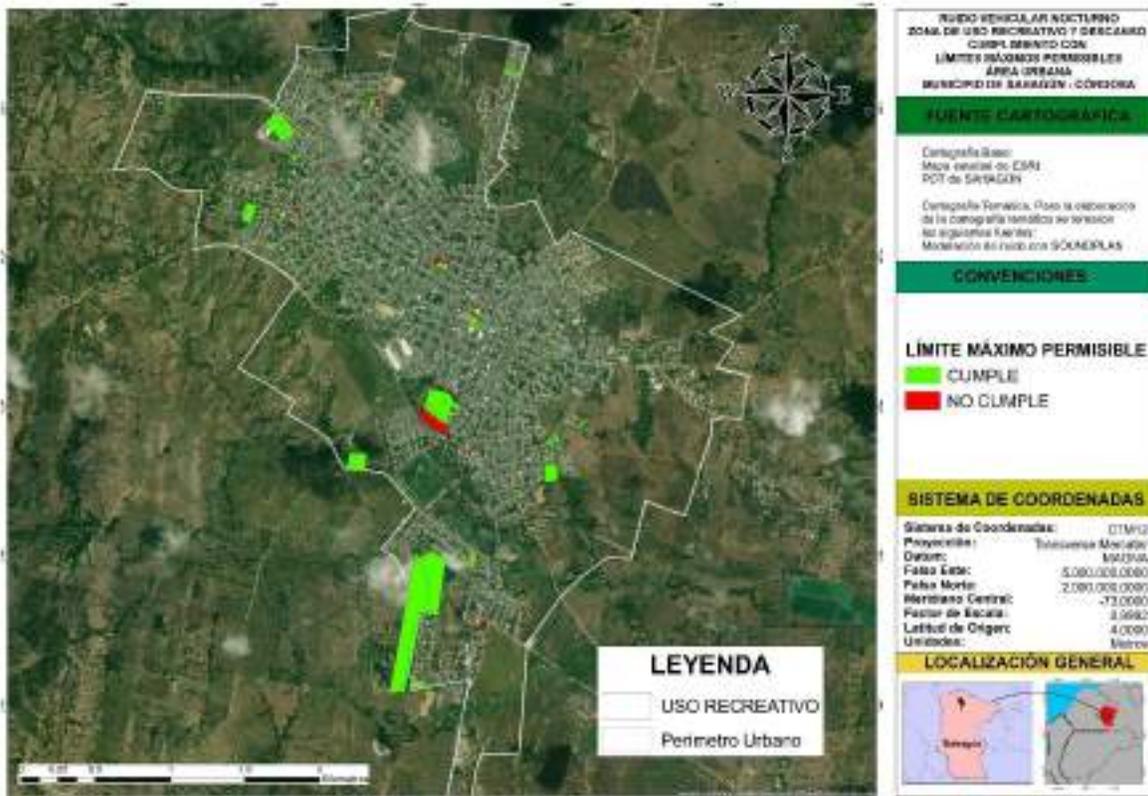
Ilustración 40. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa



Se evidencia que existe incumplimiento de la norma por el ruido vehicular asociado al tráfico presente en la troncal principalmente, donde se presentan presiones sonoras entre el rango 70 – 75 dB(A) superior a la establecida por la norma de máximo 65 dB(A) para el periodo diurno.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 41. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Recreativa

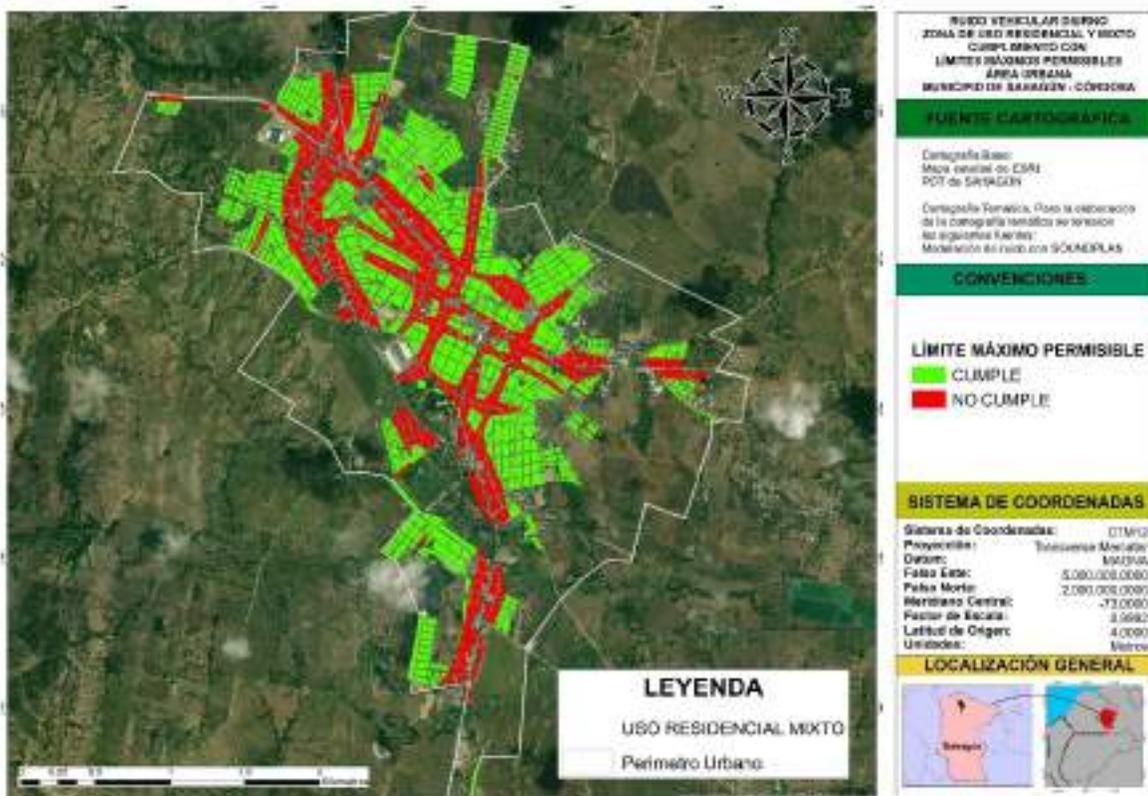


Igualmente, para periodo nocturno en esta zona se evidencia incumplimiento de la norma con presiones sonoras entre los 60 – 65 dB(A) superior a la establecida por la norma de máximo 55 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.3. Ruido vehicular- Zona residencial y mixta

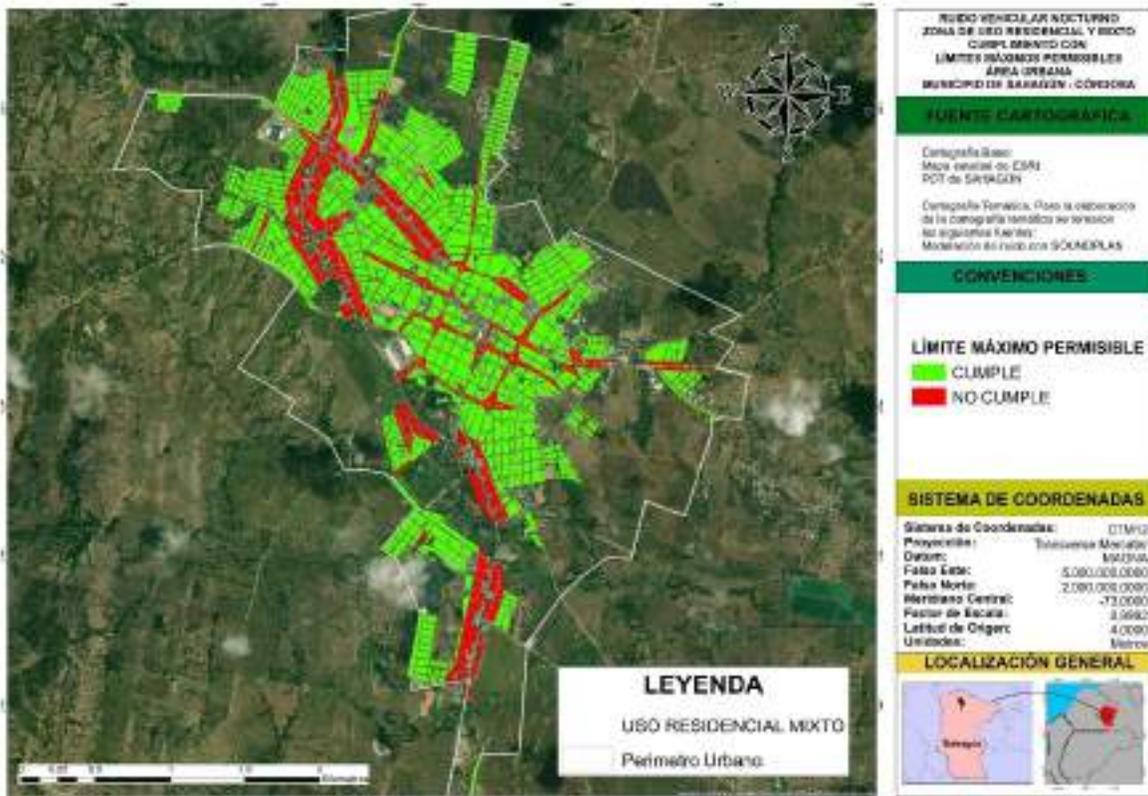
Ilustración 42. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Residencial y mixta



En esta zona se evidencia un alto índice de incumplimiento de la norma en las vías principales del área urbana, en esta se presentan presiones sonoras de 65 hasta 75 dB(A) superior a la establecida por la norma de máximo 65 dB(A) para el periodo diurno principalmente sobre la troncal que comunica al Departamento de Córdoba con Sucre.

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 43. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona Residencial y mixta

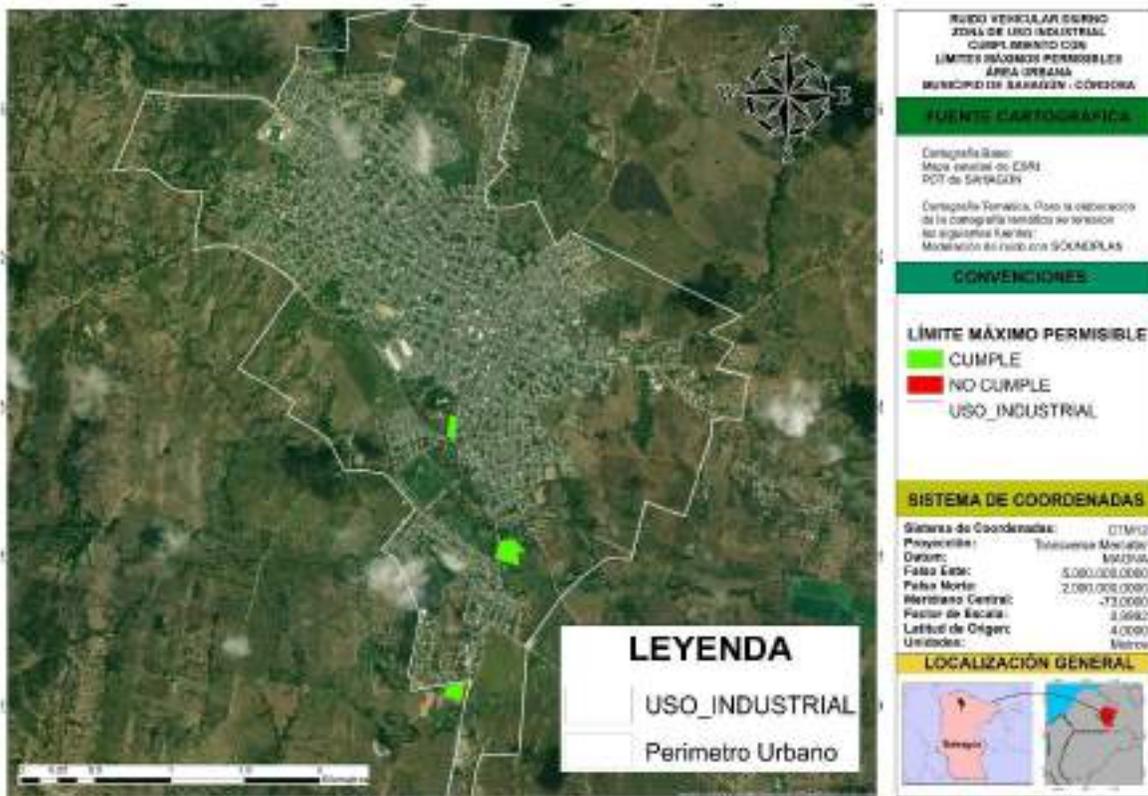


Igualmente, para periodo nocturno se sostiene el incumplimiento sobre la troncal principalmente donde se presentan presiones sonoras entre los 60 – 75 dB(A) superior a la establecida por la norma de máximo 55 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.4. Ruido vehicular- Zona industrial

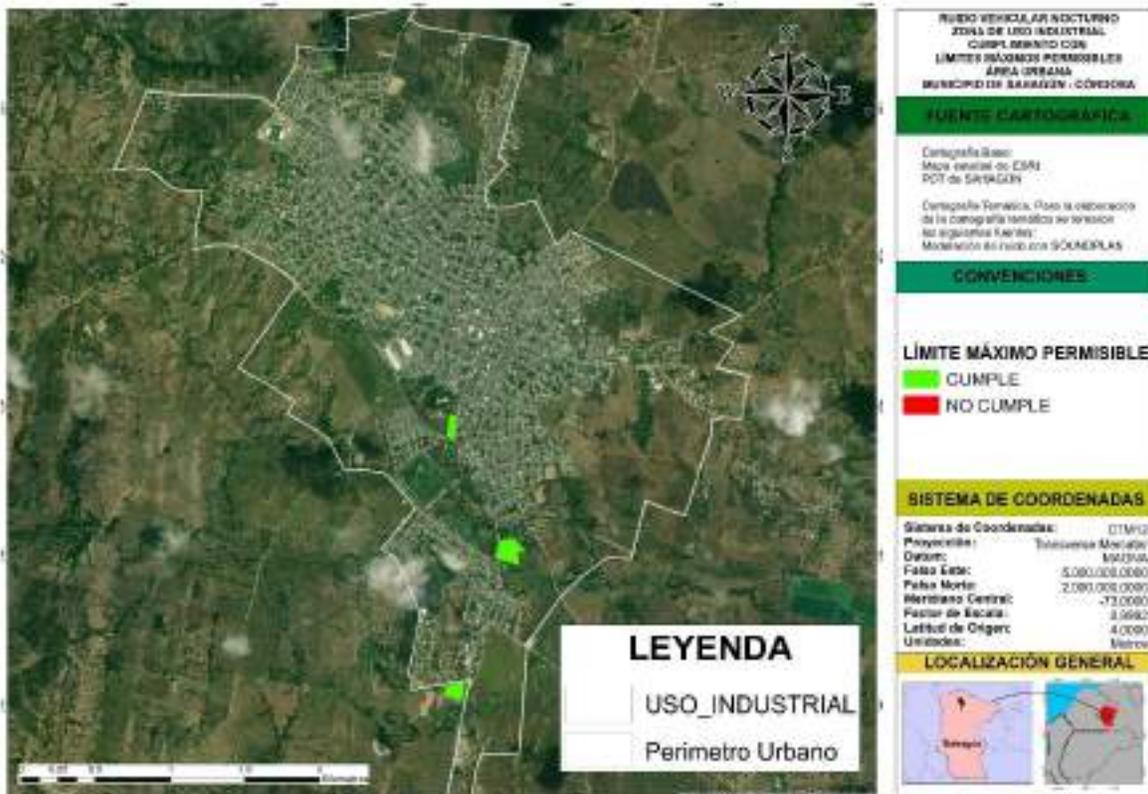
Ilustración 44. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial



En esta zona se evidencia un bajo índice de incumplimiento de la norma. Solo se indica se presentó incumplimiento en la Arrocera Sahagún localizada sobre la troncal. En esta las presiones sonoras se encontraron superiores a los 75 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 45. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona industrial

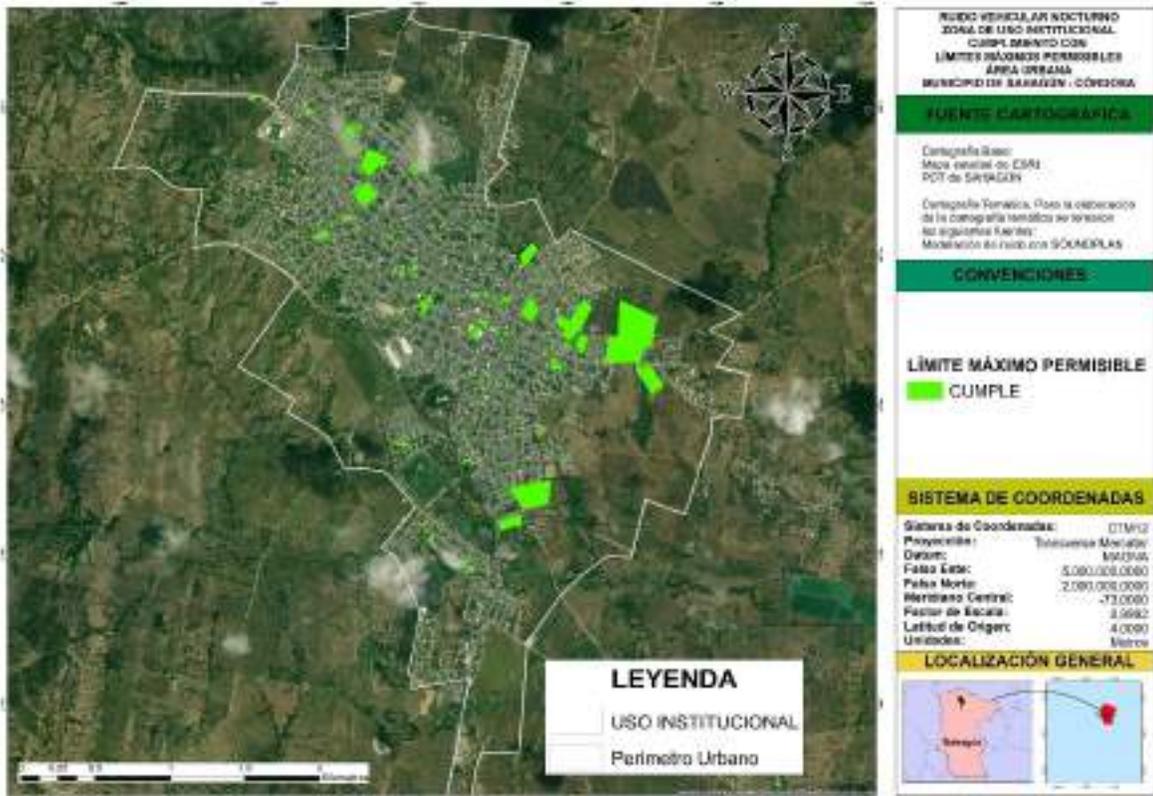


Para el periodo nocturno se presentó incumplimiento sobre la Arrocera Sahagún S.A. donde se tomó el punto 1 de monitoreo con niveles de presión sonora entre los 65 – 70 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

8.3.5. Ruido vehicular- Zona institucional

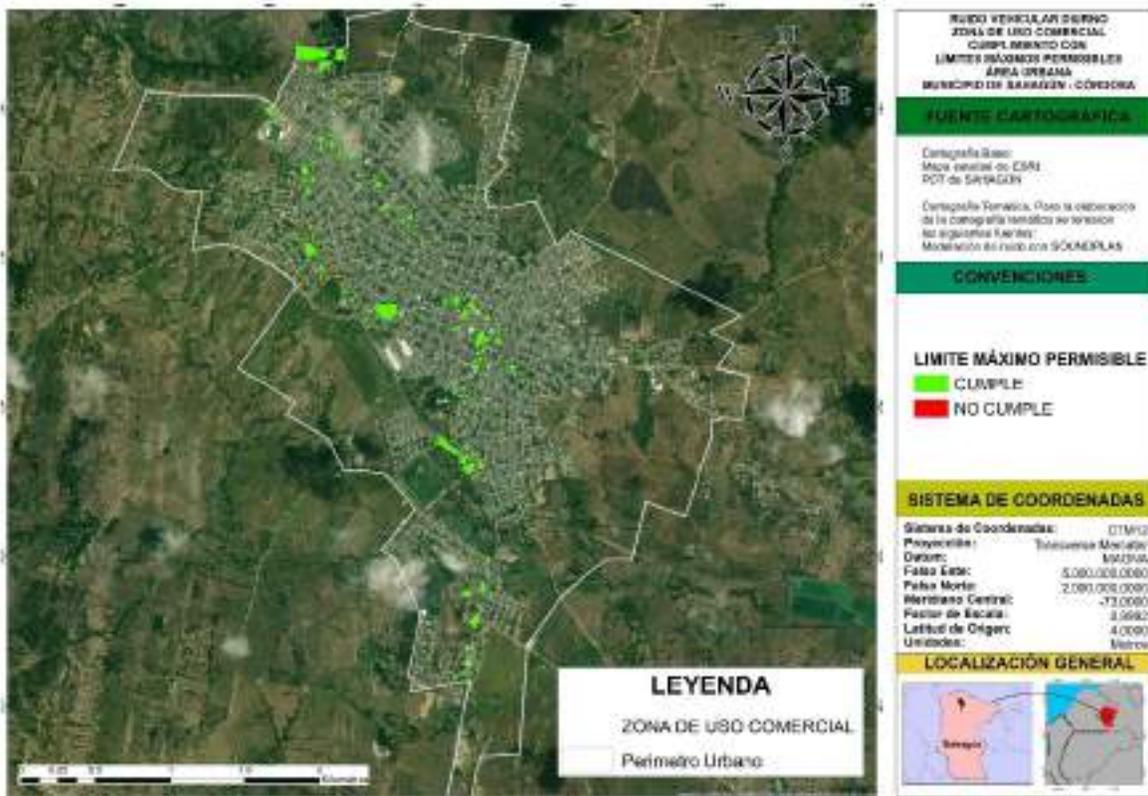
Ilustración 46. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona institucional



Para el caso del sector institucional no se presentó incumplimiento de la norma.

8.3.6. Ruido vehicular- Zona comercial

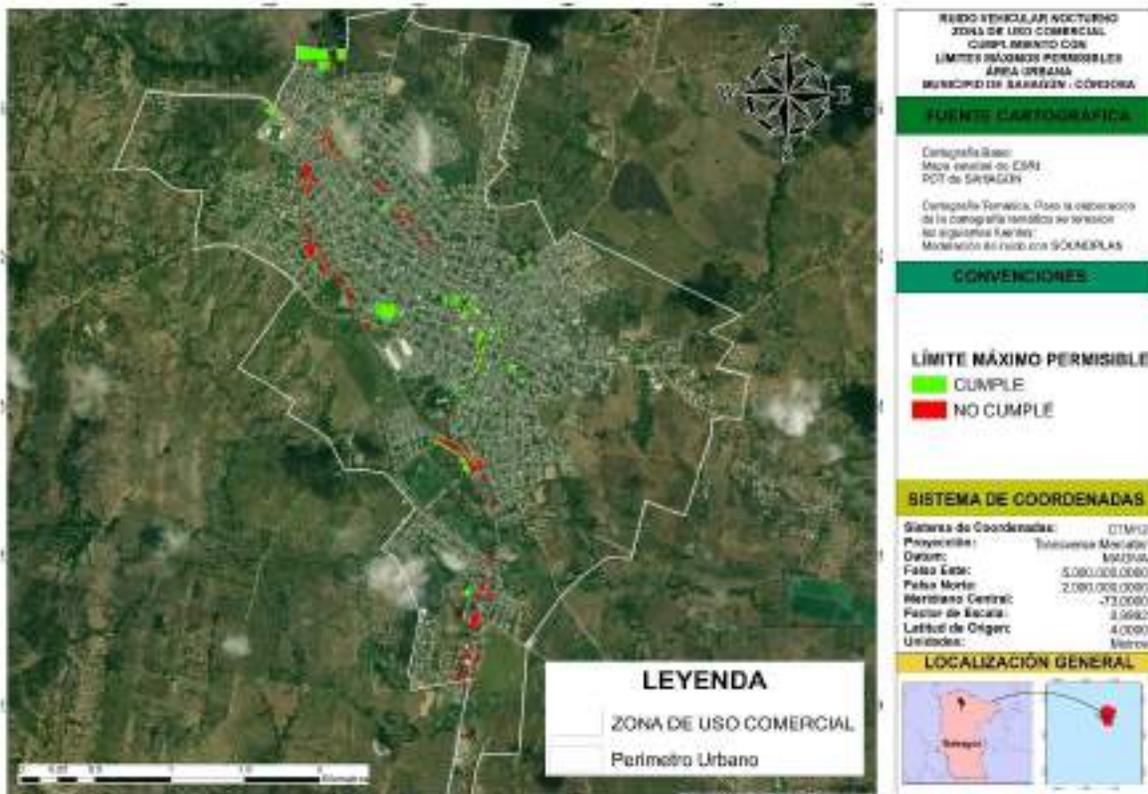
Ilustración 47. Ruido Vehicular Diurno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial



El incumplimiento en la zona comercial se presentó principalmente en la zona colindante a la troncal, donde los niveles de presión sonora alcanzaron los 70 – 75 dB(A) superior a la establecida en la norma de hasta 70 dB(A).

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA

Ilustración 48. Ruido Vehicular Nocturno Cumplimiento Con Los Límites Máximos Permisibles Área Urbana- Zona comercial



Igualmente, para el periodo nocturno el incumplimiento persiste en la misma zona colindante con la troncal donde se presentan niveles de presión sonora de hasta 70 dB(A) superior a la establecida en la norma con límite máximo de 60 dB(A).

8.4. Diagnóstico de la contaminación acústica en el municipio de Sahagún, Córdoba

En este aparte se presenta el análisis de la población expuesta a los diversos niveles de ruido ambiental en las diferentes zonas discriminadas que correspondan al sector tipo B de tranquilidad y ruido moderado, principalmente el sector residencial y mixto, recreacional e institucional.

Los resultados de los mapas de ruido permiten estimar la población expuesta a un determinado nivel ruido. En tal sentido se establece lo siguiente:

$$\%PUAR_{periodo} = (PUAR / PUT) \times 100$$

Donde

%PUAR_{periodo}: es el porcentaje de población urbana expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia para el periodo correspondiente con el mapa de ruido ambiental.

PUAR: es la Población urbana expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia (personas).

PUT: es la Población urbana total (cabecera urbana).

De acuerdo con lo establecido en la norma nacional del ruido Resolución 0627 de 2006 del MADS, se establecen como valores de referencia para calcular el %PUAR de los periodos diurno y nocturno, los establecidos para el sector tipo B de tranquilidad y ruido moderado, en el cual se determina un nivel continuo equivalente ponderado A de 65 dB(A) para periodo diurno y de 50 dB(A) periodo nocturno y 65 dB(A) para periodo diurno-nocturno (24 horas).

Para el calculo del %PUAR se tendrá como insumo la densidad poblacional para el área urbana que corresponde a aproximadamente 83.15 habitantes por kilómetro cuadrado.

$$\text{Densidad poblacional} = \text{Extensión en km}^2 / \text{número de habitantes}$$

$$\text{Densidad poblacional} = 55704 / 670 = 83.15 \text{ habitantes por km}^2$$

Para el cálculo del %PUAR periodo diurno se consideraron los siguientes datos:

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, CÓRDOBA
--

Tabla 21. Cálculo de la Exposición de la población para el periodo nocturno

Sector	Área que supera el límite (km ²)	Densidad poblacional (habitante/km ²)	Población total (cabecera municipal)	%PUAR
Recreativo	0,0496	83,15	55704	0,007
Residencial-mixto	1,66	83,15	55704	0,24
Institucional	0.0412	83,15	55704	0,063
Industrial	No se presentó			No se presentó
Comercial	0,44	83,15	55704	0,065
Porcentaje final				0,375

Tabla 22. Cálculo de la Exposición de la población para el periodo diurno

Sector	Área que supera el límite máximo permisible (km ²)	Densidad poblacional (habitante/km ²)	Población total (cabecera municipal)	%PUAR
Recreativo	0,017	83,15	55704	0,0025
Residencial-mixto	0,47	83,15	55704	0,069
Institucional	0,133	83,15	55704	0.019
Industrial	No se presentó			No se presentó
Comercial	0,22	83,15	55704	0,033
Porcentaje final				0,1235

9. CONCLUSIONES

Se indica que para ambos periodos los limites según el Índice de Calidad Ambiental Urbana por Ruido no supera el 1% que, según el valor de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se cataloga como **Muy Bajo** toda vez que se presenta como menor o igual al 1% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia.

Así mismo se analiza que este valor solo corresponde al área urbana del municipio de Sahagún y se considera que el área urbana presenta una mayor extensión en km² por lo que la densidad poblacional en la cabecera es mucho mayor.

Por otra parte, aunque el ICAU se cataloga como Muy Bajo existen niveles sonoros que sobrepasan los limites (Mayores a 85 dBA) en áreas residenciales que se les debe dar manejo ya que se concentra en una zona muy poco extensa.

Así mismo se concluye que los mayores niveles sonoros se asocian al trafico vehicular principalmente sobre la troncal que comunica el departamento de Córdoba con el departamento de Sucre y sobre la Calle 18 de doble sentido.

Los mayores niveles sonoros que sobrepasaron los límites máximos permisibles que establece la norma (Resolución 0627 del 2006) para los diferentes sectores se presentaron para el periodo nocturno y se focalizaron principalmente sobre el área residencial y mixta.

10. RECOMENDACIONES

- Actualizar cada 4 años los mapas de ruido toda vez que el municipio puede presentar un acelerado crecimiento hacia las áreas rurales y sobre la troncal.
- Desarrollar el plan de descontaminación del municipio de Sahagún, Córdoba donde se establezcan las estrategias para controlar y mitigar los impactos ambientales producto de la emisión de ruido.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. (1999). Guidelines for community noise. WHO IRIS. <https://iris.who.int/handle/10665/66217>
- Ceneris. (2021). SoundPlan 8.1—Módulo Essential. <https://ceneris.com/product/soundplan-8-1-modulo-essential/>
- CORDECOR. (2014). Proyecto: "Revisión, ajuste y complementación del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Sahagún, Córdoba".
- Gestión & Medioambiente S.A.S. (2019). Informe técnico monitoreo de Ruido ambiental—Proyecto PTAR El Paraíso. Gestión & Medioambiente.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (enero-junio, 2006). Los Sistemas de Información Geográfica. Geoenseñanza, vol. 11, núm. 1, pp. 107-116.
- Mendoza Fandiño, J. M., Bustamante Ruiz, A. D. C., Tavera Quiroz, H. C., Morales Mercado, N. E., & Cárdenas De La Ossa, J. E. (2014). Estudio experimental de los niveles de ruido en áreas críticas de los municipios de Cereté, Planeta Rica, Montelíbano y Sahagún del departamento de Córdoba. *Prospectiva*, 10(2), 43. <https://doi.org/10.15665/rp.v10i2.232>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 627 de 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (DO. 46239). <https://www.minambiente.gov.co/wp->
- Miyara, F. (2002). Contaminación Acústica Urbana. 5 de junio—Día Mundial del Ambiente. <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/05-06-02.pdf>
- Municipio de Sahagún. (2020). Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sahagún 2014.
- Municipio de Sahagún. (2020). Plan de Desarrollo Sahagún 2020-2023: Mi compromiso es con Sahagún. Sahagún: Alcaldía Municipal de Sahagún.
- Observatorio Ambiental- Bogotá. (2024). Secretaría Distrital de Ambiente. Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/mapas-de-ruido-ambiental-de-bogota/>

- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA MUNICIPAL. (2013-2015). PLAN TERRITORIAL DE FORMACIÓN DOCENTE. MUNICIPIO DE SAHAGÚN.
- Torres-Verdugo, Á. (2011). Guía de fuentes de información iberoamericana para la investigación educativa. Revista Iberoamericana de Educación Superior, vol. II, núm. 5, pp. 142-175.

12. ANEXOS

Anexo 1. Caracterización de fuentes.

Anexo 2. Aforo vehicular

Anexo 3. GDB

Anexo 4. Informe de monitoreo de ruido- Sahagún