



ATENUACIÓN DEL IMPACTO DEL RUIDO CAUSADO POR ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN ESPECIES DE FAUNA, CASO: AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA URBANA DEL SECTOR PANCE DE LA CIUDAD DE CALI, COLOMBIA

En el marco del Curso internacional o diplomado titulado:

GESTIÓN AMBIENTAL

Celebrado en la ciudad de *Cajicá* entre el 8 de *noviembre* del año 2021 y el 15 de diciembre del año 2021.

Presentado por:

Juan Camilo Mazo Bermúdez

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería Civil
Cajicá, Colombia

Febrero del 2022

ATENUACIÓN DEL IMPACTO DEL RUIDO CAUSADO POR ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN ESPECIES DE FAUNA, CASO: AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA URBANA DEL SECTOR PANCE DE LA CIUDAD DE CALI, COLOMBIA

Juan Camilo Mazo Bermúdez

Ensayo científico-académico para obtener el título de:
Ingeniero Civil

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
Cajicá, Colombia

Febrero del 2022

INTRODUCCIÓN

La capital del Valle del Cauca, tiene un problema que se ha intentado mejorar a lo largo de los años la disminución del déficit cuantitativo de vivienda, situándose este en el año 2016 en un alto valor del 22.52% (Gobernación del valle del cauca, 2016); los intensos esfuerzos de la secretaría de vivienda en la ciudad han derivado en una ampliación de la frontera urbana hacia varios sectores de la misma, tal como se evidencia en el POT. Uno de estos es el sector Pance, el cual es reconocido por la alcaldía y la corporación autónoma regional (CVC) como una de las zonas más extensas en lo referente a la fauna y flora silvestre en la ciudad (CVC, 2017). La flora y fauna de este sector se han visto gravemente afectadas con el desarrollo de obras civiles en la zona, obligando a numerosas especies de fauna a buscar refugio en otros ecosistemas, tal como dicta el testimonio de estudiantes de la Universidad ICESI, en los cuales manifiestan que especies de zonas aledañas han migrado al campus universitario en busca de refugio.

A continuación, en el presente ensayo se analiza el impacto generado por el ruido de la maquinaria utilizada en la construcción sobre la fauna silvestre, enfocándose en el sector de Pance de Santiago de Cali, Colombia, con el fin de proponer posibles medidas de mitigación que disminuyan la afectación sobre las especies de fauna del sector.

DISCUSIÓN

El vigente Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad Santiago de Cali, se expidió en el año 2014 y en este se contempla la unidad de planificación urbana del sector Pance correspondiente a la comuna 22 de la ciudad, como una zona residencial con aprobación para la construcción de viviendas de alta densidad poblacional (Alcaldía de Santiago de Cali, 2014), lo cual ha permitido que se lleven a cabo numerosas obras de infraestructuras en la zona. En los documentos anexos del POT vigente, se encuentra el mapa 54, que evidencia numerosos corredores ambientales en dicho sector, los cuales albergan un amplio número de especies de fauna que pueden sufrir alguna afectación por los proyectos civiles desarrollados en la zona.

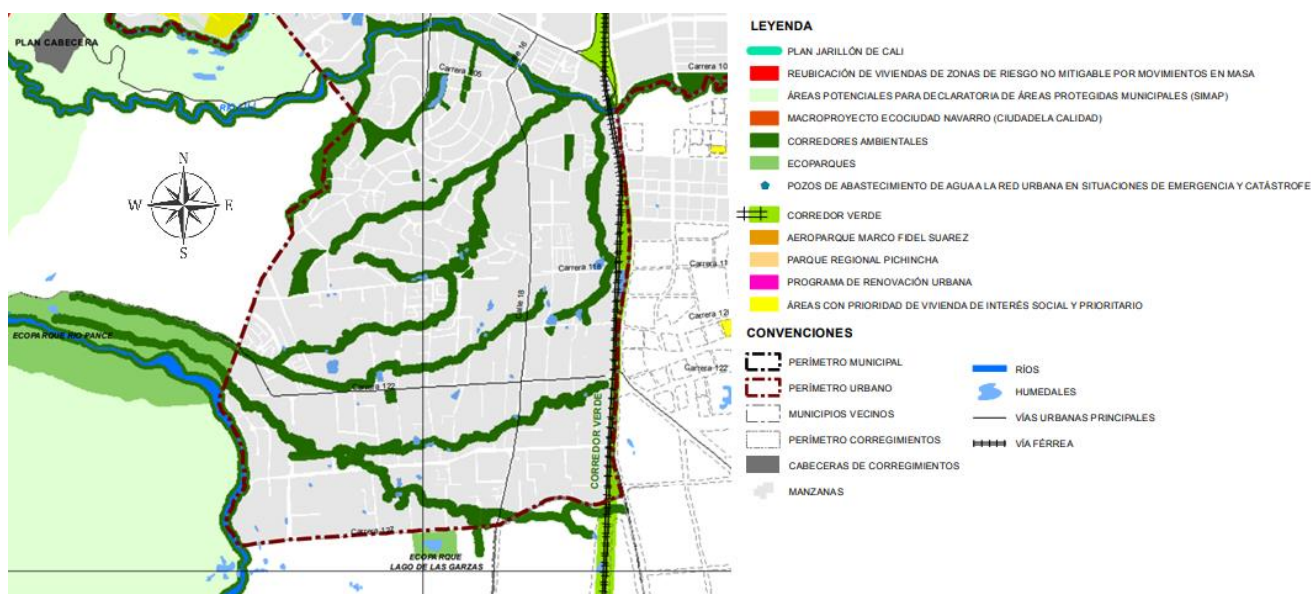


Figura 1. Puntos estratégicos del sector Pance. Tomado de: Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Santiago de Cali, 2014.

Como ya se mencionó anteriormente, el sector de Pance presenta una amplia variedad de vegetación, lo que va acorde al mapa ilustrado de la anterior figura, en

donde las líneas verdes corresponden a corredores ambientales, que se encuentran dentro del perímetro urbano, siendo estos los canales por donde se movilizan y habitan diversas especies de animales.

Analizando los principales impactos ambientales generados por la actividad productiva de la construcción, como el desarrollo de obras de infraestructura de alta densidad en la zona, haciendo uso de la metodología de Leopold¹; uno de los principales impactos se genera en el recurso aire, a causa de las fuentes de ruido dispersas por las diversas maquinarias utilizadas en la construcción, impacto que tiene gran relevancia en la fauna nativa de la zona.

Cabe destacar, que el ruido generado en los procesos constructivos no se limita a aquellas frecuencias que son percibidas por el oído humano, sino que en esta actividad se pueden generar sonidos infrasónicos, es decir aquellos sonidos u ondas sonoras que no son perceptibles, pero que tienen efectos en el organismo humano y animal, como puede ser la perturbación del equilibrio que genera otros malestares como dolores y náuseas para las especies. En la construcción esta tipología de ruido es principalmente provocada por los aparatos que generan vibraciones en el suelo, extendiéndose por este medio a las zonas aledañas al proyecto (Hear-it, 2010).

Continuando con lo anterior, en la actualidad los aumentos en los niveles de ruido que generan las máquinas empleadas en los procesos de construcción, se han

¹ La metodología o matriz de Leopold, es un procedimiento para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo y, por tanto, para la evaluación de sus costos y beneficios ecológicos (Leopold et al., 1971).

convertido en un problema, ya que investigaciones indican que el ser humano al estar expuesto a largas jornadas de niveles por encima de los 87 decibeles, representan un riesgo grave a la salud (Gespreobra, 2019). Detallando más a profundidad acerca de los niveles de ruido ocasionados por la maquinaria de la construcción, un estudio desarrollado por la empresa TecniAcustica en Valladolid, España, encontró que equipos como las retroexcavadoras (ampliamente utilizadas en las obras civiles), pueden llegar a generar niveles extremadamente nocivos para el ser humano, llegando hasta los 90 decibeles en promedio; cabe destacar la importante afectación que pueden llegar a causar estos niveles de ruido en especies animales como lo son las aves, ya que estas poseen una sensibilidad auditiva bastante superior a la del ser humano.

A continuación, se presenta un diagrama, en el cual se ilustra algunas de las herramientas o equipos tradicionales, utilizados en las obras de ingeniería civil, evidenciando las mediciones de ruido que generan dichos equipos en decibeles. En dicho diagrama se aprecia que los equipos utilizados en la construcción, superan el umbral de ruido afecta la salud humana, teniendo así que en promedio estos equipos superan el umbral por un 15% del valor que es auditivamente saludable.

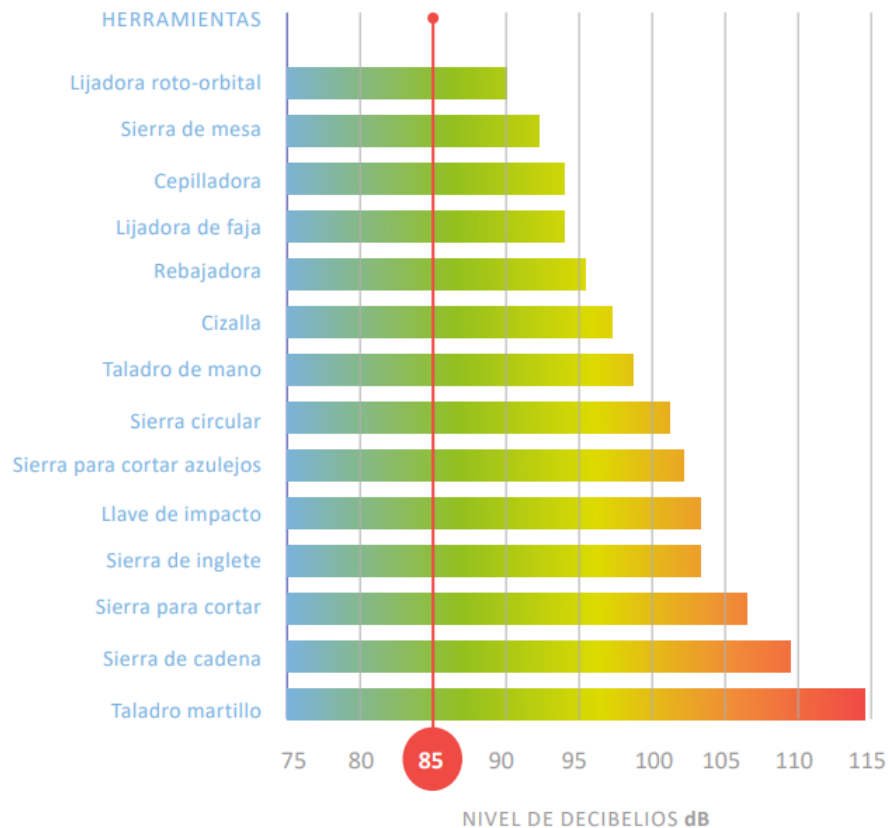


Gráfico 1. Gráfico del sonido de equipos de construcción. Tomado de: Guía de medición de ruido en obras de construcción.

Con el fin de analizar de manera completa, el impacto que se generaría sobre las especies en la zona, se decide utilizar el software gratuito del gobierno de Colombia, Tremarctos 3.0, el cual es una herramienta tecnológica del Sistema de Alertas Tempranas y caracterización territorial del país; esta herramienta sin ánimos de lucro ayuda a caracterizar las áreas sensibles nacionales, desde los aspectos ambientales, sociales y culturales, desarrollando una primera aproximación a la medición de los impactos generados por intervenciones en la zona delimitada de cada proyecto (Ministerio de ambiente, 2021).

De este modo, por medio del software Tremarctos Colombia 3.0, se delimitaron las especies que habitan la zona de influencia a tratar (Sector Pance), encontrando que en dicha zona viven un total de 118 especies de aves y 19 especies de anfibios, destacando en mayor medida las aves de la zona, ya que existen un total de 9 especies endémicas. A continuación, se presenta una tabla con los resultados encontrados, de las especies con niveles de amenaza en la lista roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



Figura 2. Lista roja de la UICN. Tomado de: IUCN.

DistribucionEspecies						
Clase	Genero	Especie	Categoría	Amenaza	Endémica	Migratoria
Aves	Ammodramus	savannarum		CR	0	0
Aves	Anas	cyanoptera		EN	0	1
Aves	Dysithamnus	occidentalis	VU	VU	0	0
Aves	Netta	erythrophthalma		CR	0	0
Aves	Odontophorus	hyperythrus	NT	NT	1	0
Aves	Sarkidiornis	melanotos		EN	0	0

Tabla 1. Especies con nivel de amenaza. Tomado de: Reporte Tremarctos.

En la tabla anterior, se puede apreciar que en la zona se cuenta con especies de aves con niveles de amenaza, de manera más detallada, una especie el nivel de casi amenazada (NT), una especie en el nivel de vulnerable (VU), dos especies en el nivel de en peligro (EN) y dos especies en peligro crítico (CR); cabe destacar la importancia de que una de las especies que presenta un nivel de amenaza como lo

es el espécimen *hyperythrus* es endémico de la zona, por lo cual los impactos generados en esta pueden empeorar su nivel de amenaza significativamente. Las aves poseen mayor sensibilidad auditiva que el ser humano, por lo cual poseen un umbral de sensibilidad que puede ser perjudicial para ellas de menor magnitud, como demostración de ello, un estudio realizado en España, demostró que las aves en general poseen un umbral auditivo de 50 decibeles, logrando que cuando se presenta ruido de mayor magnitud, estas tienden a migrar (Patón et al, 2012).

Como se mencionaba al inicio del presente documento, testimonios de estudiantes la universidad ICESI aledaña a la zona de expansión urbana, manifiestan un comportamiento diferente a lo usual en estas especies que migraron a los campus universitarios, teniendo en cuenta que la migración puede darse por cambios en el ecosistema y el hábitat natural, este tipo de cambios pueden estar asociados a los aumentos del nivel de ruido causados por las obras civiles, si bien es cierto, que estudios señalan que algunas especies se pueden adaptar al nuevo ambiente contaminado (Contaminación auditiva), un estudio publicado el 3 de febrero de 2021 determinó una alteración en la memoria espacial de los especímenes de aves analizados concluyendo en la siguiente afectación en la vida cotidiana de las aves:

"La memoria espacial es importante para recordar las ubicaciones de las fuentes de alimentos, los límites del territorio y las posibles parejas, por lo que la reducción observada en el rendimiento podría afectar negativamente a los animales salvajes."

– Osbrink et al, 2021.

Diversos gobiernos a nivel mundial, se basan actualmente en la declaración de Malmo del año 2000, en donde se profundizaron las ventajas del uso de los ciclos

de vida para analizar el desarrollo a lo largo de los años de las cosas y animales, proporcionando una visión continua de toda la vida de la especie y como se pueden afectar los ciclos de esta a causa de cualquier tipo de alteración en dicho ciclo de vida (UNEP, 2004). A continuación, se presenta el ciclo de vida de un ave, con el fin de determinar de qué manera afecta a este tipo de animal, los niveles de ruidos generados por el impacto ambiental.

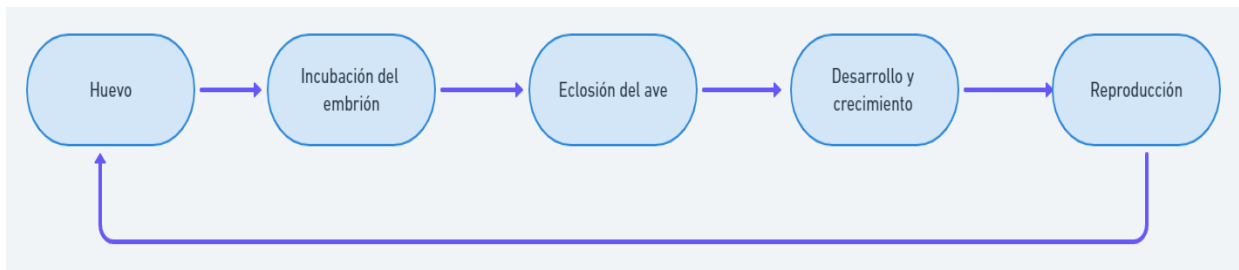


Figura 3. Ciclo de vida de un ave. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el ciclo de vida previamente ilustrado, se puede asumir que el impacto que genera el ruido ambiental en las aves, es en gran medida aplicado a la parte reproductiva de las mismas, ya que estos niveles de ruido dificultan la comunicación entre machos y hembras lo que derivara en el nacimiento de esta nueva cría de la especie. Además, como ya se mencionó en la cita anteriormente, las aves expuestas a altos niveles de ruido, suelen presentar afectaciones en la memoria espacial y estrés, lo que puede ocasionar que olviden los sitios de donde pueden obtener alimentos para su subsistencia o llegar a olvidar el sitio donde están sus nidos, lo que conduciría a una evidente muerte de las crías ya sea por falta de calor o falta de comida.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO

Teniendo en cuenta lo anterior, las empresas que efectúen construcciones en la zona, deberían ser conscientes del daño que le pueden generar a estos animales, para ello, existen prácticas que, aunque poco utilizadas, se plantean como en el primer paso para mitigar la situación. Una de las soluciones aplicables a la industria de la construcción, es la aplicación de barreras acústicas que limitan el ruido generado por los principales emisores, como pueden ser las máquinas piloteadoras, martillos compactadores, por citar algunos ejemplos, ayudando así a mitigar el ruido que se genera en el lugar de ejecución de la obra, afectando en menor medida a las especies de la zona. En la ciudad de Valdivia en Chile, se llevó a cabo una investigación para determinar el comportamiento de diversas barreras acústicas, con el fin de minimizar el ruido que se emitía al ambiente por la operación de una obra civil, encontrando por resultado una disminución significativa de los niveles de ruido emitidos de más de 10 decibeles provenientes de la fuente emisora, dejando así que a medida que el receptor se aleja del emisor, el nivel de ruido generado es significativamente menor al emitido sin la barrera acústica (Olmos, 2002). El uso de estas barreras acústicas, posee numerosas ventajas, teniendo como la más relevante de estas que son barreras dispuestas en materiales con poco desgaste a la intemperie y que pueden ser reutilizadas en los diversos proyectos que lleve a cabo la prestadora del servicio de construcción, siendo esta una práctica responsable por parte de la misma debido a la reutilización del equipo.



Figura 4. Barrera acústica rígida en Chile. Tomado de: SMA.

Otra de las alternativas para la mitigación de ruido es la utilización de barreras acústicas flexibles, las cuales a pesar de no proveer de la misma capacidad absorción de las barreras rígidas, pueden brindar una atenuación de los niveles de ruido ubicándolas en las zonas de trabajo del proyecto y delimitándola al área operativa de actividades de alto nivel sonoro, actuando de manera similar a la barrera rígida, logrando que las ondas sonoras pierdan energía reduciendo su transmisión que puede llegar a zonas donde se encuentren aves, como lo son corredores ecológicos cercanos.



Figura 5. Barrera acústica flexible. Tomado de: Sonoflex

Una de las alternativas para disminuir la energía sonora emitida por los equipos de construcción, es la utilización de filtros acústicos, que se encargan con sus formas de absorber y disminuir la intensidad de las ondas, de manera que, al disponerlos alrededor de los equipos utilizados en las zonas cerca a la ventilación sin obstruirla, logran la disminución de la señal en 5 a 10 decibles (Bernard et al, 2009), ayudando así a que la señal que llegue a las especies animales en zonas aledañas sea más débil, lo que causa menos impacto en las especies.



Figura 6. Filtro acústico. Tomado de: Amazon.

Como opción de mitigación por parte de las empresas constructoras, se puede plantear la elaboración de unos comedores de aves, los cuales posean un recubrimiento exterior de algún material aislante como, por ejemplo, el poliuretano inyectado, el cual es un material elástico que tiene capacidad de absorción de ondas sonoras; dichos comedores se deben disponer por parte de las constructoras en las zonas aledañas a los proyectos, como lo son en los corredores ecológicos que rodean la zona, esto con el fin de que las aves puedan alimentarse sin que el ruido les genere estrés.

Teniendo en cuenta que, en las actividades de construcción, también se presentan ruido de tipología de infrasonido, tal como se explicó previamente en el presente documento, debe asegurarse una medida de mitigar el impacto generado, ya que las vibraciones provenientes de la maquinaria, se transmiten a través del suelo hacia las zonas aledañas como lo pueden ser los corredores ecológicos del sector, causando estrés en los animales que se encuentren posados sobre alguna

superficie tales como los árboles. Para mitigar este problema se plantea como opción el desarrollo de una zanja perimetral en la zona del proyecto, en la cual se inserta una manta elastomérica que absorbe la energía de la vibración, lo que debilitará la transmisión de las ondas, este tipo de tecnología de amortiguamiento se ha trabajado en líneas de trenes de alta velocidad en España, logrando buenos resultados que aumentan la vida útil de las líneas (Bairán, 2015); de esta manera con esta tecnología la energía de la vibración que llega a las especies como las aves, que se encuentran por fuera de la zona perimetral del proyecto, será menor lo que las afectaría en menor medida en su vida. A continuación, se ilustra el material que se utilizaría en la zanja.



Figura 7. Manta de espuma elastomérica. Tomado de: Safe Energy.

Tal como se mencionó al inicio del documento, la ampliación urbana del sector Pance en la ciudad de Santiago de Cali, tiene por fin llevar a cabo construcciones de vivienda de alta densidad poblacional, es decir, edificios; en este sector de la

ciudad se ha presentado un gran avance urbanístico en los últimos años, situándose en la tercera comuna de la ciudad con mayor crecimiento, contando con un aumento de habitantes del 2.42% entre los años 2018 a 2019 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019). En este tipo de obras se utilizará maquinaria pesada para su construcción, por lo cual las alternativas de mitigación previamente mencionadas, pueden reducir notoriamente los efectos que generan el desarrollo de dichos edificios en el sector de Pance, contribuyendo a la preservación y calidad de vida de la fauna silvestre de la zona.

Aplicando las medidas propuestas para la mitigación de ruido, de las dos alternativas de barrera rígida y filtro acústico, ya que de estas se tienen valores de mediciones de la disminución del ruido, se le aplicaron al grafico 1, con el fin de determinar cuál es el posible efecto de minimización de decibeles en el ambiente tras aplicar estas alternativas a la maquinaria de construcción; desarrollando así el siguiente gráfico, en el cual se ilustra cual será la variación del ruido producido por los diversos equipos de construcción tras aplicarles las dos medidas de mitigación.

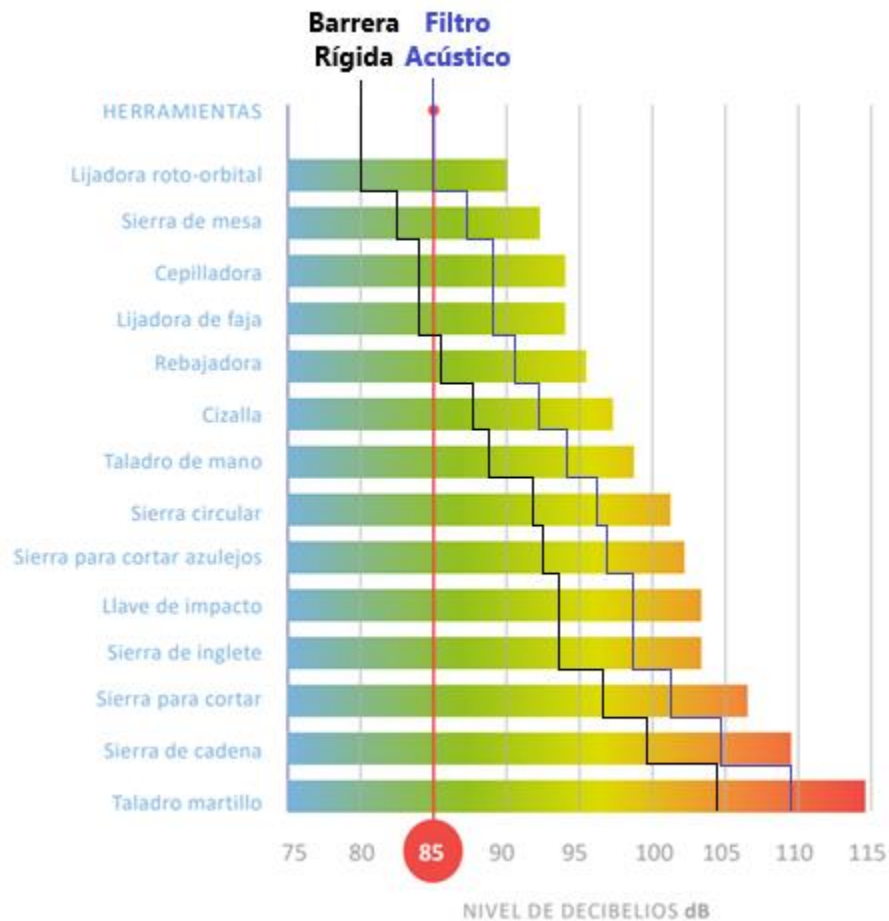


Figura 8. Diagrama de ruido de los equipos de la construcción y el efecto de mitigación de las alternativas.

Tal como se ilustra en el diagrama anterior, las medidas propuestas generan una disminución significativa del nivel de ruido generado por el equipo de construcción, que puede llegar a beneficiar al medio ambiente; sin embargo, como se mencionó anteriormente en el presente documento, el umbral de sensibilidad auditiva de las aves es de 50 decibeles, por lo cual ninguna de las alternativas proporciona una mitigación de ese calibre, sin embargo se pueden llegar a trabajar las alternativas en conjunto, logrando así disminuir en mayor medida el ruido generado.

CONCLUSIÓN

En definitiva, las empresas de construcción de la capital del Valle del Cauca, tienen los medios y la responsabilidad ética de llevar a cabo medidas de mitigación como las propuestas en el documento, con el fin de evitar aumentos significativos en la contaminación acústica de la zona de Pance, logrando así generar un menor impacto en las especies sensibles de fauna como las aves que habitan el sector, desarrollando de manera eficaz la ampliación de la frontera urbana de la ciudad, buscando la disminución del déficit de vivienda que presenta actualmente la ciudad.

Las empresas de construcción a nivel nacional, deberían dentro de su responsabilidad ética incluir en sus proyectos, políticas y medidas para la mitigación del ruido generado por la maquinaria de construcción y las diferentes actividades que se desarrollan en el desarrollo de obras civiles. También es necesario que las autoridades pertinentes en Colombia, tengan en cuenta la implementación de normativas acerca del ruido que se puede generar en la construcción y su influencia sobre las especies de fauna.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). CALI EN CIFRAS 2018 - 2019. Santiago de Cali: Departamento administrativo de planeación.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (12 de Septiembre de 2019). Cali.gov.co. Obtenido de Cali.gov.co:
<https://www.cali.gov.co/vivienda/publicaciones/149486/vivienda-no-se-detiene-en-la-disminucion-del-deficit-habitacional-de-cali/>
- Bernad, C., & Sanchez, J. J. (2009). Sistemas de reducción de ruido y vibraciones en maquinaria de construcción y obras públicas. Instituto Tecnológico de Aragón.
- Cabezas Osorio, D. P. (2022). El ruido y su efecto en el canto de las aves de la ciudad de Ibagué. Ibagué, Colombia.
- Concejo de Santiago de Cali. (2 de Diciembre de 2014). Acuerdo 0373 de 2014 Plan de Ordenamiento Territorial. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- CVC. (12 de Diciembre de 2017). PANCE ES AHORA UN DISTRITO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO. Obtenido de www.cvc.gov.co:
<https://www.cvc.gov.co/carousel/3070-pance-es-ahora-un-distrito-regional-de-manejo-integrado>
- GESPREEOBRA. (Abril de 2019). El ruido en la construcción. Obtenido de grupogespre.com: <https://grupogespre.com/el-ruido-en-la-construccion/#:~:text=Se%20podr%C3%ADa%20decir%20que%2C%20en,i mpulso%20que%20superen%20120%20dB>.
- Gobernación Valle del Cauca. (2016). INFORMES DE DESARROLLO ECONÓMICO. Valle del Cauca, Colombia.
- Gobierno de España. (2018). GUÍA DE MEDICIÓN DE RUIDO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN-MEDIDAS PREVENTIVAS. España.
- Hear-it. (29 de Noviembre de 2010). El sonido infrasónico: un enemigo silencioso. Obtenido de <https://www.hear-it.org/>: <https://www.hear-it.org/es/El-sonido-infrasónico-un-enemigo-silencioso#:~:text=Los%20sonidos%20infras%C3%B3nicos%20afectan%20a,se%20conoce%20por%20mareo%20mar%C3%ADtimo>.
- Hoyos, S. (21 de Enero de 2022). Testimonio de la actualidad del sector.
- Mallafré Vilar, J. (2015). Reducción de las vibraciones producidas por ferrocarriles mediante bloques de hormigón enterrados junto a la vía ("Wave Impeding Blocks"). Escola de Camins, 1-79.

- Ministerio de Ambiente de Colombia. (2021). SISTEMA INFORMACIÓN DE ALERTAS TEMPRANAS Vs 2.0, Manual de usuario Tremarctos 2.0. Colombia.
- Mosquera Vega, G. J. (2003). Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la Construcción, para Estudios de Impacto Ambiental. Universidad Austral de Chile.
- Naranjo Tafur, J. D. (13 de Enero de 2022). Testimonio de la situación del sector.
- Olmos Cancino, D. E. (2002). Evaluación de la pérdida de inserción de una barrera acústica aplicada en un proyecto lineal. Universidad Austral de Chile, 1-99.
- Osbrink, A., Meatte, M., Tran, A., Herranen, K., Meek, L., Murakami-Smith, M., . . . Templeton, C. (2021). Traffic noise inhibits cognitive performance in a songbird. The Royal Society Publishing. doi:10.1098/rspb.2020.2851
- Superintendencia del Medio Ambiente Gobierno de Chile. (2022). Ruido en la construcción. 1-25.
- TecniAcustica. (2022). ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS DEL RUIDO PRODUCIDO EN LA EXCAVACIÓN DE UN TERRENO EDIFICABLE . 1-7.
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2004). ¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida? Kenya.
- Vázquez, B. F., & Adán, M. O. (2002). Contribución al aislamiento acústico de proyectos de espuma rígida de poliuretano. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción.
- Patón, D., Romero, F., Cuenca, J., & Escudero, J. C. (2012). Tolerance to noise in 91 bird species from 27 urban gardens of Iberian Peninsula . ScienceDirect, 1-8.