

MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE LA CONTAMINACIÓN
AUDITIVA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA
UNICOMFACAUCA



KELBER TOVAR ESPAÑA
MAURICIO MULCUE MENESES

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA-UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN, CAUCA
2023

MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE LA CONTAMINACIÓN
AUDITIVA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA
UNICOMFACAUCA

KELBER TOVAR ESPAÑA
MAURICIO MULCUE MENESES

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR: CARLOS ANDRÉS RODRÍGUEZ PEÑA
CODIRECTOR: ZULY YULIANA DELGADO ESPINOSA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA-UNICOMFACAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERA INDUSTRIAL

POPAYÁN, CAUCA

2023

Nota de aceptación.

Una vez revisado el informe final y aprobada la sustentación del trabajo titulado “MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE LA CONTAMINACIÓN AUDITIVA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA UNICOMFACAUCA” realizado por los estudiantes Kelber Tovar España y Mauricio Mulcue Meneses, el director y los jurados autorizan para que se realicen los trámites concernientes para optar al título como Ingeniero Industrial, de acuerdo con el reglamento interno.

Director

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, 26 de septiembre de 2023

DEDICATORIA

Autor. Kelber Tovar España.

Primero que todo agradecerle a Dios que sin el nada es posible, a mi madre Ruth Adalsy España principalmente por ser el motor y apoyo incondicional en cada paso y etapa de formación para mi vida, a mi Hermana Yuly Tovar por ser mi polo a tierra en los momentos difíciles y motivo de ser mejor cada día y a mi tía Edmi España por estar presente y motivarme siempre a salir adelante. A mis amigos más cercanos por estar presente y darme moral para seguir adelante

Autor. Mauricio Mulcue Meneses

Primero que todo agradecerle a Dios que sin el nada es posible. Dedicó este trabajo a mi madre Martina Mulcue Meneses, quien ha sido mi apoyo incondicional, a mi madrina Lucia Meneses Lucumi, a mi tía Silvia María Mulcue por estar presentes durante todo el proceso, a mis hermanos y demás familiares quienes han sido mi fuente de inspiración y alegría. A mis amigos incondicionales por su aliento y compañerismo en cada paso de este camino. Sin ellos, este logro no habría sido posible. Gracias a todos por ser parte de este viaje.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, queremos expresar nuestro agradecimiento sincero a nuestros tutores, Carlos Andrés Rodríguez Peña y Zuly Yuliana Delgado Espinosa, por su dedicación y paciencia. Sin sus palabras y correcciones precisas, no habríamos podido llegar a este momento tan esperado. Agradecemos su guía y consejos, los cuales llevaremos siempre en nuestra memoria y en nuestra carrera profesional futura.

A todos nuestros docentes que han sido parte de nuestro camino universitario, a todos ellos les queremos agradecer, por transmitirnos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían sólo palabras. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia. Además, queremos agradecer a la ingeniera Sandra Arévalo y al ingeniero Camilo Ortiz por sus aportes de conocimiento, disposición de tiempo y buena actitud de apoyo en el desarrollo del proyecto.

Queremos expresar nuestra gratitud a todos nuestros compañeros, muchos de los cuales se han convertido en amigos cercanos, cómplices y hermanos para nosotros. Agradecemos sinceramente las horas que hemos compartido, los proyectos en los que hemos trabajado juntos y las experiencias que hemos vivido.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a la universidad que ha sido exigente con nosotros, pero al mismo tiempo nos ha brindado la oportunidad de obtener tan deseado título. Estamos agradecidos con cada miembro directivo por su arduo trabajo y por su excelente gestión, ya que sin ellos no existirían las bases ni las condiciones necesarias para adquirir conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	4
1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.3.1 Objetivo general	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.3.3 Metodología.....	9
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	11
MARCO DE REFERENCIA (ESTADO DEL ARTE).....	11
2.1 Marco normativo	13
2.2 Características físicas del sonido.....	14
2.3 Características del sonido:.....	17
2.3 Fenómenos de ondas sonoras:.....	18
2.4 Estrategia de diferenciación de la Corporación universitaria Comfacauca Unicomfacauca.....	24
CAPÍTULO 2. PUESTA EN MARCHA	26
DESARROLLO Y RESULTADOS	26
3.1 FASE 1- CARACTERIZAR LAS ZONAS CRÍTICAS DONDE SE PRESENTE MAYOR CONTAMINACIÓN AUDITIVA EN LAS INSTALACIONES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA.	26
3.2 FASE 2- CUMPLIR CON LA RESOLUCIÓN 0312 DEL 2019 ESTÁNDARES MÍNIMOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST. (IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL FRENTE A PELIGROS/RIESGOS IDENTIFICADOS, MEDICIONES AMBIENTALES Y ESTILOS DE VIDA Y ENTORNO SALUDABLE.)	55
3.3 FASE 3 ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE ALERTA ACÚSTICA.....	72
3.4 FASE 4: SOCIALIZACIÓN.....	79
CAPITULO 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
4.1 CONCLUSIONES.....	85

4.2 RECOMENDACIONES.....	86
ANEXO	88
BIBLIOGRAFIAS	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB (A).....	27
Tabla 2. Informe Técnico.....	29
Tabla 3. Nivel de intensidad del sonido	30
Tabla 4. Intensidad de sonidos en dB.....	31
Tabla 5. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2019.	31
Tabla 6. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2022.	32
Tabla 7. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2023.	33
Tabla 8. Promedio total de los niveles de ruido de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca 2019,2022 y 2023.	34
Tabla 9. Rango de niveles de ruido en zonas planta sótano.....	36
Tabla 10. Rango de niveles de ruido en zonas planta baja B y D.	37
Tabla 11. Rango de niveles de ruido en zonas planta segundo piso B y D.	38
Tabla 12. Rango de niveles de ruido en zonas planta tercer piso B y D.	39
Tabla 13. Rango de niveles de ruido en zonas planta cuarta piso B y D.	40
Tabla 14. Rango de niveles de ruido en zonas planta quinta piso B y D.....	41
Tabla 15. Niveles de ruido planta sótano (dB).	47
Tabla 16. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta baja B y D (dB). ...	48
Tabla 17. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta segundo piso B Y D (dB).	49
Tabla 18. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta tercer piso B Y D (dB).	50
Tabla 19. Planta cuarta piso B Y D (dB).	51
Tabla 20. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta quinta piso B Y D (dB).	52
Tabla 21. Incremento de niveles por zona.	53
Tabla 22. Comparación de datos 2023 con los referentes de la resolución 0627 de 2006.....	54
Tabla 23. Zonas con mayor influencia acústica.	55
Tabla 24. Grado de hipoacusia y repercusiones en la comunicación.....	61
Tabla 25. Efectos en la salud.	62
Tabla 26. Equivalencias a una dosis de ruido.....	62
Tabla 27. Grado de deterioro de la audición.....	63
Tabla 28. Síntomas presentados.....	67
Tabla 29. Percepción de zona horaria.	69
Tabla 30. Percepción de fuentes de ruido.	71

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tipos de Ruido	15
Ilustración 2: Frecuencia del sonido	19
Ilustración 3: La amplitud del sonido.....	19
Ilustración 4:Longitud de onda (λ).	20
Ilustración 5:Principio de Huygens.	21
Ilustración 6:Reflexión del sonido.	21
Ilustración 7:Difracción del sonido.	22
Ilustración 8:Refracción del sonido.....	22
Ilustración 9:Dispersión del sonido.	23
Ilustración 10:Eco del sonido.....	23
Ilustración 11:Resonancia del sonido.	24
Ilustración 12:Sonómetro Digital.....	28
Ilustración 13:Plano ruta de evacuación, Planta sótano.....	36
Ilustración 14:Plano ruta de evacuación, planta baja B y D.	37
Ilustración 15:Plano ruta de evacuación, planta segundo piso B y D.	38
Ilustración 16:Plano ruta de evacuación, planta tercer piso B y D	39
Ilustración 17:Plano ruta de evacuación, planta cuarta piso B y D.....	40
Ilustración 18:Plano ruta de evacuación, planta quinta piso B y D.....	41
Ilustración 19:Promedio total por zona 2019.....	43
Ilustración 20:Promedio total zona 2022.....	44
Ilustración 21:Promedio total zona 2023	44
Ilustración 22:Datos tomados en el 2019.....	45
Ilustración 23:Datos tomados en el 2022.....	46
Ilustración 24:Datos tomados en el 2023.....	46
Ilustración 25:Comparación de niveles de ruido planta sótano.	47
Ilustración 26:Comparación de niveles de ruido planta baja B y D	48
Ilustración 27:Comparación de niveles de ruido planta segundo piso B y D	49
Ilustración 28:Comparación de niveles de ruido planta tercer piso B y D.....	50
Ilustración 29:Comparación de niveles de ruido planta cuarta piso B y D.....	51
Ilustración 30:Comparación de niveles de ruido planta quinta piso B y D	52
Ilustración 31:Incremento por año de los niveles de ruido (dB) en la Corporación Universitaria ComfacaUCA UnicomfacaUCA.....	58
Ilustración 32:Patrones de picos de ruido (dB) en la Corporación Universitaria ComfacaUCA UnicomfacaUCA.....	58
Ilustración 33: ¿Qué rol desempeña dentro de la universidad?	65
Ilustración 34:¿Sabía usted las consecuencias que tiene en su salud estar en un ambiente con altos niveles de ruido?	66
Ilustración 35:¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en la universidad?	66
Ilustración 36:¿Cree que la contaminación auditiva puede afectar su actividad académica o laboral?	67
Ilustración 37:Síntomas presentados.....	68
Ilustración 38:¿En qué horario considera que Se presenta mayor contaminación auditiva? ...	69
Ilustración 39:¿Cuáles considera usted que son la mayor fuente de ruido en la universidad? ..	70

Ilustración 40:¿Cree usted que la implementación de un dispositivo de alerta acústica beneficie a la corporación universitaria Comfacauca Unicomfacauca para tener un mayor control en los niveles de ruido?	71
Ilustración 41:Arduino mega 2560.	73
Ilustración 42:Pantalla lcd 16x2.	74
Ilustración 43:Sensor de micrófono ky-038.....	75
Ilustración 44:Módulo de semáforo led.	76
Ilustración 45: Circuito Proteus.....	78
Ilustración 46:Código Arduino.....	79
Ilustración 47:Participación en el Encuentro Regional de Semilleros de Investigación – VII Encuentro Internacional de Grupos y Semilleros de Investigación.	81
Ilustración 48:Participación en el evento Poster – Fest del programa de Ingeniería Industrial Popayán, Cauca.	82
Ilustración 49:Participación en el 4to congreso de salud y seguridad en el trabajo.....	83
Ilustración 50:Socialización del trabajo de grado con los Integrantes del COPASST - CONVIVENCIA LABORAL - BRIGADA DE EMERGENCIAS.	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Intensidad de sonido.....	18
---------------------------------------	----

RESUMEN

La problemática de la contaminación es global y se manifiesta en diversos tipos. A lo largo del tiempo, estos tipos de contaminación han aumentado progresivamente. En este contexto, se aborda la contaminación auditiva, una dificultad que ha sido constante en la sociedad y ha adquirido una dimensión cotidiana. En años recientes, su importancia se ha elevado debido a los efectos perjudiciales que puede tener en la salud al exponerse a niveles elevados de ruido. Esta forma de contaminación proviene de fuentes naturales y humanas.

Simultáneamente, la exposición a niveles sonoros elevados en ámbitos académicos y laborales resulta en consecuencias negativas para las personas presentes. Estos efectos incluyen disminución de la concentración y aumento de errores, además de impactos en la salud mental como ansiedad y fatiga. Es en este contexto que se elige a la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, sede Popayán, como objeto de estudio e investigación. Aquí, esta forma de contaminación causa diversas afectaciones, exacerbadas por la falta de conocimiento sobre el tema.

Con base en lo expuesto, el propósito principal de la investigación se centró en caracterizar las áreas con mayor contaminación acústica y contrastarlas con los estándares de emisión de ruido permitidos según la resolución 0627 de 2006. Los objetivos del proyecto se abordaron mediante una combinación de dos enfoques metodológicos: uno cuantitativo, que permitió generalizar datos mediante recopilación y análisis de información, y otro cualitativo, usado para capturar la percepción interna sobre el tema entre estudiantes y colaboradores administrativos de la universidad. Estas metodologías se desplegaron a través de distintas fases, asegurando una estructura organizada.

Los resultados alcanzados fueron la total consecución de los objetivos planteados originalmente. Desde la identificación de zonas con alta contaminación sonora que incumplen los estándares definidos en la resolución 0627 de 2006, hasta la creación de un prototipo de alerta acústica tipo semáforo basado en los límites legales establecidos. Esta contribución fortaleció el área de Seguridad y Salud en el trabajo de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca y se alineó con ciertos requisitos de la resolución 0312 de 2019. Finalmente, los resultados fueron compartidos con la comunidad universitaria y otros actores externos.

PALABRAS CLAVE

Contaminación auditiva, ruido, medición sonora, sonómetro.

ABSTRACT

Pollution in general is a problem that afflicts the entire planet and which is presented in different types, with the passing of the years these types of pollution increase more and more every day, in relation to this we study noise pollution which in general is a problem (difficulty) that has been present all the time in society and has become an everyday occurrence, In recent years it has become more relevant due to the negative health effects that can be caused by being exposed to high levels of noise, this type of pollution is generated by different sources, among which we can find those of natural origin and those of human origin.

At the same time, exposure to high levels of noise in academic environments and work development, produce negative consequences in the staff present in this, among the best known consequences is the attention deficit, increase in the rate of errors, on the other hand, also produce negative health effects such as anxiety and fatigue. In relation to the above, it was decided to take as a source of study and research the Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca - Popayán, where different affectations are presented by this type of contamination, in addition to the lack of information on the subject. Taking into account the above, the main objective of the study was based on the characterisation of the areas that present the greatest noise pollution, as well as the comparison and verification with the permissible standards of noise emission levels indicated in resolution 0627 of 2006.

In accordance with the objectives that were set for the execution of the research project, a combination of two types of methodologies was chosen: a quantitative methodology, which provided conclusions based on the collection and analysis of information, as it allowed for a broad generalisation of the data collection and gave greater control and veracity to the data, Similarly, the qualitative methodology was used to obtain data on the perception of the subject within the facilities of the Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca by the students and administrative collaborators, this combination of methodologies was implemented from different phases of development, which allowed for a better organisation.

The result was the total fulfilment of the objectives set out at the beginning, from the classification of the areas with the greatest noise pollution, indicating that they do not comply with the permissible standards established by resolution 0627 of 2006. This was followed by the development of a prototype of a traffic light type acoustic alert based on the maximum permissible standards of noise emission levels, according to the classification established by law, which contributed positively to the area of Occupational Health and Safety of the Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca and compliance with some criteria of Resolution 0312 of 2019 and finally the results obtained were socialised to the university community and external agents.

KEY WORDS

Hearing pollution, noise, noise measurement, sound level meter.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional a nivel mundial se presenta de manera acelerada, las ciudades cada vez son más grandes y albergan más habitantes, y con ello se presentan diferentes problemas de contaminación, entre los que se supone un crecimiento en el nivel de ruido, lo cual trae como consecuencias peligrosas a nivel de la salud, dado que se está expuesto a una presión sonora de manera cotidiana, lo cual puede llevar a presentar problemas de salud importantes o permanentes para la población. Además de los daños, no se cumplen con las normas establecidas por los entes reguladores para la disminución de este tipo de contaminación [1]. Las fuentes que producen mayor ruido pueden dividirse en dos, aquellas que por sus altos niveles pueden dañar el sistema auditivo y otras que por sus niveles mucho más bajos pueden causar molestias y/o afectar la salud psicosomática del individuo. Las fuentes productoras de contaminación auditiva son demasiadas, entre las que se encuentra el transporte público, las construcciones, el propio ruido, la población, etc. Lo cual presenta afectaciones en general, pero también a las instituciones educativas, universitarias y demás.

La contaminación auditiva de forma técnica se puede definir como el exceso de sonido, el cual se diferencia de otros contaminantes ambientales por ser el más normal dado a que la sociedad ya está acostumbrada a interactuar con este, por otro lado, esta contaminación no necesita mucha energía para producirse [2]. Así mismo los sonidos intensos son capaces de producir ondas mayores que los sonidos menos intensos, lo cual trae consecuencias perjudiciales para la salud. Las ondas sonoras en el medio ambiente no son acumuladas, pero en el ser humano sí, en consecuencia, causan algunos daños temporales, entre los de mayor afectación están, la alteración en los niveles de sueño, el estrés, alteraciones en el sistema nervioso y la disminución de la productividad en ámbitos laborales y educativos.

Es más, uno de los factores en la contaminación por ruido en zonas cerradas es la aglomeración de personas y el ruido que estas generan al momento de comunicarse en dichos espacios. De ahí que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó para el año 2013 que 360 millones de personas presentan pérdida de la audición, lo que representa un 5,3 por ciento de la población mundial, de éstos, 32 millones son niños y niñas [3]. Del mismo modo en Colombia según el Ministerio de salud y protección social, cerca de cinco millones de colombianos, es decir casi el 11% de la población total, padecen problemas de audición y se estiman además que la población de mayor afectación en el ámbito laboral activo se encuentra en los 25 a 50 años de edad, en la cual existe la prevalencia de la pérdida de audición por exposición a ruido en un 14%.

Es por ello que se realiza el estudio de los niveles de ruido dentro de la corporación universitaria en la cual conviven alrededor de 3155 personas entre docentes, estudiantes y administrativos. La investigación tendrá una base normativa con la caracterización de los lugares de mayor influencia acústica, hasta la elaboración y fabricación del prototipo, se tendrá en cuenta la resolución 0627 de 2006 la cual establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental y la resolución 0312 de 2019 estándares de mediciones ambientales de los riesgos prioritarios.

Dentro de este proyecto se caracterizan las zonas más contaminadas auditivamente de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, haciendo uso de un instrumento de medición sonora - sonómetro, el cual puede medir el ruido desde 30 a 130 decibeles [4]. Esto con el fin de conocer las zonas de mayor impacto por altos niveles de ruido dentro de la Corporación Universitaria Comfacauca con el fin de tener un control adecuado de las consecuencias generadas por la falta de conocimiento y conciencia de las personas.

Con la elaboración del diseño del prototipo de alerta acústica tipo semáforo se pretende dar uso a las diferentes áreas de la universidad tales como los laboratorios con el fin de aprovechar las herramientas y lograr un uso óptimo de ellas, implementarlo en las zonas con mayor contaminación auditiva.

Dentro del marco referencial se detalla el estado del arte para conocer qué es lo que se ha hecho en otras localidades con respecto a la contaminación, así como la normativa establecida para los niveles de ruido de acuerdo a las diferentes resoluciones emitidas por el gobierno y también el proceso metodológico de cómo se llevará a cabo la investigación y caracterización del proyecto.

Cabe resaltar que el desarrollo de este proyecto dará apoyo al área de salud ocupacional dando cumplimiento a la resolución 0312 del 2019, Capítulo 3 Art 16. Estándar de mediciones ambientales de los riesgos prioritarios [5].

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental es un tema muy extenso, en el que hay uno al que se le presta poco interés en el entorno en el que vivimos; la contaminación acústica generada por el ruido, se puede definir como un sonido indeseable que afecta a la audición. Para la mayoría de las personas es la principal amenaza, este puede provocar trastornos como dolores de cabeza, náuseas, tensión muscular, insomnio, fatiga, problemas de concentración y alternaciones al sistema nervioso, este ruido que generalmente es emitido por las personas, los dispositivos electrónicos, los automóviles, la naturaleza, etc., esta energía llega a nuestros oídos y se transforma en sonido; que a veces es demasiado alto, afectando a las personas que nos rodean y que están expuestas a él [6]. Según estudios realizados en la Unión Europea, alrededor de 80 millones de personas están expuestas a niveles de ruido superiores a 65 decibelios [2].

En Colombia los problemas de pérdida de audición están principalmente asociados por la exposición al ruido al ejercer sus labores cotidianas. Tres de cada diez personas buscan ayuda y acuden al especialista con el propósito de controlar las enfermedades auditivas. Se realizó un estudio en Bogotá en el año 2016 y alrededor de cinco millones de colombianos presentan problemas auditivos. Esto equivale al 11% de la población del país, aunque la proporción aumenta a 14% de la población activa entre los 25 y 50 años, sabiendo todas las consecuencias y problemas a futuro el porcentaje de personas que acuden al especialista no aumenta [7].

La contaminación acústica es frecuente en muchos lugares y ambientes sociales de la ciudad de Popayán, trayendo consecuencias fisiológicas y psicológicas dentro de la comunidad que se ve afectada por ella, esta actividad acústica ha hecho que algunos individuos acumulen malestar psicológico que puede generar estrés en ellos, siendo este un problema complejo. Este tipo de contaminación se observa en las instituciones de educación superior, la cual proviene del exterior, pero también se forma dentro de ellas. Estas instituciones prestan poco interés a este tema, y la dificultad radica en que los edificios no están estructurados para evitar que el ruido fluya con normalidad, sólo hay barreras como paredes y puertas que son permeables a las ondas sonoras [8].

Existen leyes establecidas para que los edificios y las personas no superen los niveles de ruido tal como la resolución 0627 de 2006, pero la falta de información sobre las mismas la cual hace que no se tomen medidas correctivas para evitar los efectos adversos en la salud, además Colombia es un país con diversas culturas que contribuyen al exceso de ruido en las ciudades o pueblos sin conocimiento de las consecuencias de tales actos [9].

Con respecto a lo anterior, se busca hacer una caracterización en la Corporación Universitaria Comfacauca donde se pueda identificar cuáles son los lugares donde el ruido es mayor, realizando mediciones en diferentes zonas y así dejar una base de datos que muestre la emisión de ruido en estas. Actualmente se conoce un proyecto de aula realizado sobre los niveles de ruido en la institución en el año 2019, en el cual se dificultó el realizar un análisis certero de los datos recolectados, dado a factores de crecimientos en la comunidad universitaria en el transcurso de los siguientes años debido a la pandemia que se vivió en el 2019 hasta el año 2021.

Finalmente, el problema se centra en identificar las zonas más críticas donde se presenta mayor contaminación auditiva dentro de las instalaciones de la Corporación Universitaria Comfacauca, con la ayuda de un prototipo de alerta acústica tipo semáforo, el cual brindará mediante señales emitidas si han sobrepasado los niveles de ruido establecidos por la resolución 0627 de 2006.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el estudio de las perturbaciones en relación con el desarrollo de las actividades académicas en el sector educativo, en general se ha constatado que la mayor parte de los sonidos proceden del exterior de las instalaciones y su propagación depende de aspectos como la ubicación de la fuente, las características de las aulas, la cantidad y distribución del sonido y la ubicación de la fuente.

Sin ignorar y descartar el ruido generado en el interior de las aulas. Este fenómeno puede desempeñar el papel de un estímulo capaz de producir alteraciones en un individuo, afectando así a alumnos, profesores y administrativos, lo que lo convierte en un aspecto clave de estudio, ya que puede convertirse en un factor constante de estrés y desconcentración en las actividades relacionadas con la educación y laboral [10].

La importancia de este proyecto parte de dar a conocer a la comunidad universitaria las causas que se pueden presentar si no se le presta la debida atención a la contaminación auditiva generada dentro de las instalaciones, como también la que afecta de manera externa, lo cual causa molestias en estudiantes y administrativos dentro de los salones de clase y los espacios de trabajo.

En el presente proyecto será beneficioso para toda la comunidad universitaria de la Corporación Universitaria Comfacauca ya que ayudará a controlar los niveles de ruido emitidos en las instalaciones, además de fomentar el cuidado de la salud auditiva y considerar que al tener ambientes con poco ruido será más fácil sentirse cómodos en los lugares como lo son los salones de clase, por otro lado también se ve afectado positivamente el factor salud dado a que abra una disminución en el estrés y las enfermedades generadas por el ruido.

PREGUNTA PROBLEMA.

¿Por qué es importante conocer los niveles de ruido dentro de la Corporación Universitaria Comfacauca, sede Popayán – Cauca y la normativa vigente para determinar los efectos adversos sobre la población universitaria?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Caracterizar las zonas críticas donde se presente mayor contaminación auditiva mediante mediciones con sonómetro, en las instalaciones de la corporación universitaria Comfacauca, sede Popayán – Cauca, de acuerdo a la resolución 0627 de 2006, sugerir un prototipo de alerta sonora, tipo semáforo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar los datos históricos y actuales mediante estudios estadísticos, para hacer comparación y verificación con la normatividad pertinente.
- Cumplir con la Resolución 0312 del 2019 Estándares del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST (Identificación de peligros y evaluación y valoración de riesgos, medidas de prevención y control frente a peligros/riesgos identificados, mediciones ambientales y estilos de vida y entorno saludable).
- Plantear el diseño de un prototipo tipo semáforo de alerta sonora que permita alertar a la comunidad universitaria y percibir los umbrales sonoros permitidos por la legislación vigente según resolución 0627 de 2006.
- Socializar resultados y proponer alternativas a la comunidad universitaria para la concientización frente a la problemática ambiental.

1.3.3 Metodología

Para el desarrollo de la investigación se tendrán en cuenta metodologías cuantitativas y cualitativas ya que esto permite tener una perspectiva amplia y profunda de los diferentes factores involucrados en la investigación.

La metodología cuantitativa estará involucrada en la recolección de datos numéricos y su análisis estadístico, lo cual permite obtener resultados precisos y medibles. En el contexto de la contaminación auditiva en centros educativos, se pueden realizar encuestas y mediciones acústicas para recolectar datos cuantitativos sobre los niveles de ruido en diferentes áreas y momentos del día.

Por otro lado, la metodología cualitativa se centra en la exploración y análisis de datos no numéricos, como las opiniones, percepciones y experiencias de las personas involucradas en la investigación, en este contexto, se pueden utilizar entrevistas y grupos

focales para recopilar información cualitativa sobre el impacto del ruido en la salud y el bienestar de los estudiantes y trabajadores de la comunidad académica.

La combinación de estas dos metodologías permite tener una visión más completa y profunda de los factores involucrados en el problema de la contaminación auditiva en la Corporación Universitaria ComfacaUCA UnicomfacaUCA, lo que puede ayudar a identificar soluciones más efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de cada una de las áreas estudiada.

La ejecución del desarrollo del proyecto se hará por medio de diferentes fases, las cuales brindaran un camino mucho más organizado para lograr con éxito los objetivos planteados y con ello la obtención del prototipo, para ello se tienen las siguientes fases:

Fase 1: En esta fase se hace la observación de las diferentes zonas de mayor afluencia de personas, como también que laboratorios o lugares, existe una mayor contaminación por ruido, después de este proceso se toman los datos en las zonas anteriormente establecidas se realiza la comparación con los datos históricos obtenidos desde un trabajo de aula realizado en el año 2019 y datos tomados del año 2022 del segundo periodo académico y 2023 primer periodo académico, con ello lograr determinar si existió algún cambio en los niveles de ruido con el pasar del tiempo.

Fase 2: Dentro de la fase dos se da cumplimiento con los estándares nombrados anteriormente de la Resolución 0312 del 2019 Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST

Fase 3: Dentro de esta fase se hará toda la elaboración del prototipo de alerta acústica, desde la obtención de los componentes, su respectivo código en Arduino hasta la forma correcta de conexión de cada componente del prototipo.

Fase 4. Finalmente, en la fase 4 se realiza la socialización de los resultados y alternativas propuestas a la comunidad estudiantil para lograr una mayor concientización sobre la contaminación auditiva.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

MARCO DE REFERENCIA (ESTADO DEL ARTE)

A continuación, se presentan una serie de investigaciones relacionadas con nuestro trabajo, que son bases fundamentales para el desarrollo de este mismo.

1. Según Linares (2017) en su trabajo de grado titulado "Evaluación del cumplimiento de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en la Universidad Libre Sede El Bosque de la Universidad Libre Departamento de Ingeniería Ambiental Bogotá", el objetivo principal del estudio fue evaluar el cumplimiento de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en la Universidad Libre Sede El Bosque, de acuerdo con la resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). El desarrollo del trabajo tuvo como finalidad comprender el comportamiento del ruido dentro de la Universidad Libre Sede El Bosque, evidenciando su explicación y generación. En este trabajo de grado se concluyó que, de acuerdo con la Resolución 627 del 2006 del MACDT, la universidad no cumple con los puntos identificados en los sectores A y B. En la Universidad Libre, predominan intensidades de niveles normales de 0 dB a 50 dB e irritantes de 0 dB a 60 dB, y se registró una alta cantidad de picos en un rango de 60 dB a 100 dB debido a fuentes externas a la universidad. Sin embargo, el ruido ambiental interior de la universidad no tiene una alta influencia por la actividad de los establecimientos ubicados en el exterior [11].
2. Según Gonzales, Fernández (2014) en su artículo de revisión titulado "Efectos de la contención sónica sobre la salud de estudiantes y docentes en centros escolares en el Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología (INHEM)", se aborda el impacto del ruido en los centros educativos en la salud de las personas expuestas a esta contaminación acústica. Se señala que dicha exposición puede ocasionar múltiples afectaciones en la salud, especialmente en estudiantes y docentes, afectando tanto la concentración como el desempeño de los trabajadores de las instituciones. Los efectos más relevantes del ruido en la salud incluyen el desplazamiento del umbral de la audición, la dilatación de las pupilas, un parpadeo acelerado, problemas respiratorios e incluso afectaciones psicológicas [12].
3. Rojo (2017) En su trabajo final de grado titulado "Diseño de un sonómetro con conexión Wifi para controlar el nivel de sonido en la Universidad Rovira i Virgili de España", tiene como objetivo principal crear un dispositivo que envíe de manera autónoma los niveles de presión sonora a una base de datos para su posterior

análisis. Es decir, se plantea diseñar un dispositivo capaz de transmitir el volumen del ruido utilizando Wi-Fi, de manera que la información pueda ser tratada de acuerdo a las necesidades específicas de cada situación. El autor indica que para llevar a cabo esta idea se utilizó el sistema Arduino, en combinación con un micrófono o sensor de audio y un módulo Wi-Fi. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que se logró implementar un programa final que automatiza la comunicación entre el módulo Wifi y Arduino, evitando la necesidad de enviar la información manualmente. El sistema desarrollado permite medir con una precisión de ± 3 dB valores entre 50 dB y 80 dB. Este sonómetro es capaz de realizar mediciones y enviar los datos a Internet de forma autónoma, lo que permite obtener valores constantes y confiables sobre posibles niveles excesivos de ruido en áreas urbanas. [13].

4. En su trabajo final de grado titulado "Diseño de un sonómetro de medición continua con conectividad Wifi en la Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura", Borralló (2018) tiene como principal objetivo diseñar un dispositivo para medir el nivel de presión sonora de manera confiable, precisa y sencilla, aprovechando las ventajas de las tecnologías de software y hardware libre. Durante el desarrollo del proyecto, se observó que el dispositivo fue capaz de seguir la evolución temporal del sonómetro de referencia, aunque con una menor resolución, especialmente a niveles bajos. En general, se concluyó que el dispositivo presenta una variación de aproximadamente 5 dB en comparación con el sonómetro de referencia. La mayor parte del procesamiento de la señal se lleva a cabo de forma analógica, mediante un circuito electrónico que prepara la señal para su posterior digitalización. El microcontrolador Wemos D1 Mini está programado para leer el puerto analógico y enviar las muestras recopiladas al servidor a través de Wi-Fi. Además, el autor señala que, aunque se logró cumplir parte del objetivo principal, existen posibilidades de realizar mejoras adicionales en el dispositivo. [14].
5. En su trabajo de grado titulado "Diseño de una red de sensores escalables de detección de ruido acústico dentro de un ambiente de aprendizaje basado en tecnología IOT de bajo costo para las Instituciones Educativas del Cantón San Lorenzo", Reascos (2022) presenta el objetivo principal de diseñar una red de sensores escalables para detectar ruido acústico en un entorno de aprendizaje basado en tecnología IoT de bajo costo para las instituciones educativas del cantón San Lorenzo de la Universidad de Guayaquil. Durante el desarrollo de este proyecto, se utilizó la información obtenida de la red de sensores inalámbricos como herramientas de almacenamiento y supervisión, recomendadas para abordar la problemática presentada en la institución educativa. El autor propone

que la red de sensores inalámbricos evalúe los niveles de ruido acústico en los ambientes de aprendizaje mediante la creación de un dispositivo tipo semáforo y un entorno web que recolecta la información en tiempo real, la almacena en una base de datos y la presenta de forma gráfica. Este trabajo concluye que, al realizar pruebas para evidenciar el funcionamiento de los prototipos y la aplicación web, se comprueba la eficiencia del sistema de red, la velocidad con la que se almacena y visualiza la información en tiempos aceptables. Además, al realizar pruebas de desarrollo en el dispositivo LM393, se observó que los valores obtenidos variaron, tanto en valores negativos como positivos. Se sugiere ajustar el punto de sonido para poder ofrecer valores más cercanos a los de un dispositivo profesional “[15].

2.1 Marco normativo

1. Ley 9 de 1979 - Objeto: “Normas generales sanitarias, medidas: Cierre de establecimiento, sanciones: Amonestación” [16].
2. Resolución 8321 de 1983:” Protección y conservación de la Audición, de la Salud y el bienestar de las personas – ruido ambiental, emisión de ruido, entorno laboral - el control y vigilancia le corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y a los Grandes Centros Urbanos” [17].
3. Resolución 627 de 2006: “Norma nacional - estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido por sectores - Planes territoriales de descontaminación por ruido.” [18].
4. Resolución 627 de 2006: “Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental - Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido por sectores”
5. Resolución 6918 de 2010: “Metodología de medición y fija los niveles de ruido al interior de las edificaciones (inmisión) generados por la incidencia de fuentes fijas de ruido” [19].
6. Ley 1801 de 2016 “Amplía a cualquier comportamiento de impacto auditivo (no solo fiesta y reuniones sociales). Como medida correctiva establece un procedimiento preciso que es la desactivación inmediata de la fuente de ruido por parte de la Policía Nacional si no se atiende el requerimiento y una multa que deberá pagar el dueño del establecimiento o dueño de la vivienda.” [20].
7. “Ley 99 de 1993: Crea Ministerio del Medio Ambiente como autoridad ambiental e impone medidas y sanciones” [21].
8. En Estados Unidos, el ANSI ha publicado la norma ANSI S12.16, titulada “Directrices para la especificación del ruido en maquinaria nueva” (Guidelines for the Specification of Noise of New Machinery, 1992), la cual trata del funcionamiento de maquinaria encargada de medir el ruido en empresas o industria, obteniendo datos [22].

9. El artículo 33: del código nacional de policía “Comportamientos que afectan la tranquilidad y relaciones respetuosas de las personas.”, la cual que los individuos que afecten a demás personas por exceso de ruido serán sancionados [23].

Con la expedición del código nacional de los recursos naturales, se quiere tomar conciencia con acciones para la protección y control medioambiental. En el Decreto Ley 2811 [24], junto con la Ley 09 del año 1979 [25], en este decreto se generalizan las problemáticas ambientales. En el año 1983 se estipula la Resolución 8321 [26] mediante la cual se dictan las medidas de protección y conservación auditiva en las personas a causa de la emisión de ruido.

En la Resolución 8321, en Colombia se percibió la problemática del ruido desde el punto de vista normativo por el ministerio de salud. En 1993, bajo la Ley General Ambiental de Colombia conocida como la Ley 99 es formalizada la institución gubernamental encargada de los aspectos ambientales del país [27].

Para el año 1995, el Ministerio de Medio Ambiente, promulgó el Decreto 948 [24], este decreto reglamenta las leyes correspondientes a la prevención, control de la contaminación ambiental, y protección de la calidad del aire.

Entre los artículos 42 y 64 de este decreto se dictaminan las condiciones de la generación y emisión de ruido en determinados sectores y sujeto a leyes estipuladas en cada ciudad con respecto a la problemática del ruido. Este decreto dictamina las sanciones legales impuestas para las violaciones de la Resolución 8321 [27].

2.2 Características físicas del sonido

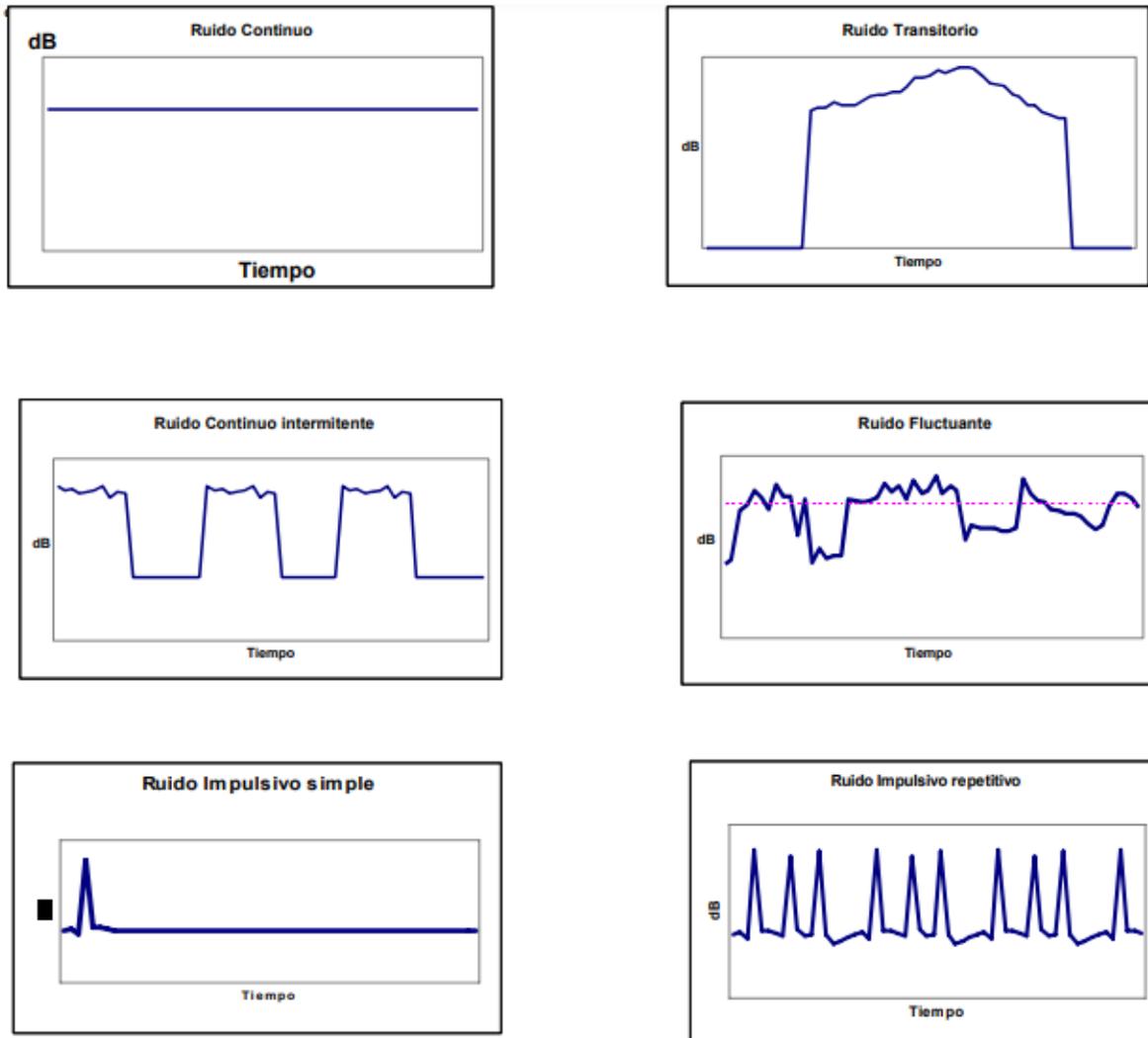
Es de valiosa importancia tener en cuenta diferentes conceptos acerca del sonido, los cuales ayudan a entenderlo correctamente, partiendo desde la magnitud física, de ahí que sea necesario definir ciertos conceptos.

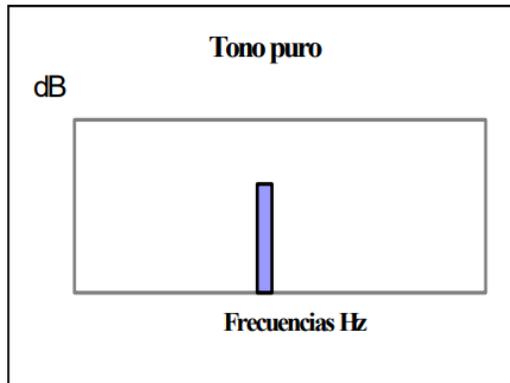
RUIDOS Y SONIDOS: Cuando se habla del término sonido, se refiere principalmente a la propagación de ondas sonoras las cuales son longitudinales, mecánicas (no viajan en el vacío), estas se originan por la vibración de un cuerpo a través de un fluido o un medio elástico, las cuales se propagan en todas las direcciones, de modo que frente de ondas es esférico; así mismo, tiene la capacidad de estimular el oído humano y producir sensación sonora. Por ello, el estudio del sonido debe tratarse de diferente forma los aspectos físicos y los aspectos fisiológicos relacionados con la audición.

Un ruido es la sensación auditiva no deseada correspondiente generalmente a una variación aleatoria de la presión a lo largo del tiempo. Es un sonido complejo, y puede

ser caracterizado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen y por la amplitud de la presión acústica correspondiente a cada una de esas frecuencias [40].

Ilustración 1. Tipos de Ruido





Fuente: Conceptos básicos del ruido ambiental

Existen multitud de variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros: su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo entre otros.

Las ondas de sonido se dividen en tres categorías que cubren intervalos de frecuencias diferentes:

- **Ondas infra sónicas:** Son las que tienen frecuencias bajo la gama audible. Por ejemplo, las ondas sísmicas o las ondas que usan los elefantes para comunicarse.
- **Ondas audibles:** Son las que se encuentran dentro la gama de sensibilidad del oído humano, lo que corresponde a un rango entre 20 y 20.000 [Hz]. Por ejemplo, la voz humana.
- **Ondas ultrasónicas:** Son las que tienen frecuencias sobre la gama audible. Por ejemplo, el sonido emitido por un silbato silencioso para entrenar perros [38].

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, todos los campos del sonido son estudiados por la acústica, la cual pertenece a una rama de la física y de la ingeniería, también es de sumo interés para la fonética, una rama de la lingüística la que se especifica en la comunicación oral de los seres humanos en sus distintos idiomas.

Características del sonido: El sonido se produce cuando un cuerpo vibra y transmite esas vibraciones al entorno en forma de ondas sonoras. Estas ondas viajan de forma expansiva, a una velocidad media (en el aire) de 331,5 m/s, y pueden rebotar en distintos tipos de superficie, produciendo diferentes efectos de eco o distorsión, que a menudo amplifican su potencia (como en las cajas de resonancia o los altavoces).

- **Potencia acústica (W).** Es la cantidad de energía emitida por las ondas por unidad de tiempo. Se mide en vatios y depende directamente de la amplitud de la onda.
- **Espectro de frecuencias.** Es la distribución de amplitudes, o energía acústica, para cada frecuencia de las diferentes ondas que componen el sonido [38].

Además de las características anteriormente mencionadas, también existen las diferentes abreviaciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizar mediciones acústicas, entre ellas se encuentran.

- **Campo sonoro:** Es la región del espacio en las que existen perturbaciones elásticas.
- **Db (A):** Unidad de medida de nivel sonoro con ponderación frecuencial (A)
- **Decibeles (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
- **Fuente:** Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.

Componentes del sonido: La propagación del sonido involucra transporte de energía sin transporte de materia, en forma de ondas mecánicas que se propagan a través de un medio elástico que puede ser sólido, líquido o gaseoso, generando así diferentes propiedades por las cuales el sonido puede ser o no percibido por el oído humano [40].

Rapidez del sonido: La rapidez de una onda depende del medio en el cual se propaga. Como el sonido es una onda mecánica, requiere de un medio para propagarse y su rapidez depende de la elasticidad de este medio. Una onda de sonido tiene mayor rapidez en un medio de mayor elasticidad. Es decir, el sonido se propaga con mayor rapidez en los sólidos.

2.3 Características del sonido:

Tono o altura: El tono de un sonido se relaciona con la frecuencia (f) de la onda sonora, de modo que cuanto más agudo sea el sonido, mayor será su frecuencia, y cuanto más grave sea, menor será su frecuencia.

Intensidad: La intensidad (I) es una propiedad del sonido que se relaciona con la energía de la vibración de la fuente que emite la onda sonora. Cuanto mayor sea la cantidad de

energía por unidad de tiempo que una onda de sonido transporta hasta el oído de una persona, tanto mayor será la intensidad (volumen) del sonido que percibirá.

El sonido audible consiste en ondas de presión, por lo que una manera de cuantificar el sonido es establecer la cantidad de variación de la presión causada por el sonido, con relación a la presión atmosférica. Para determinar la intensidad o la presión sonora a la que está expuesto un individuo, se define por la siguiente ecuación [39].

Ecuación 1. Intensidad de sonido

$$I(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{P^2}{P_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Dónde: I (dB):

Presión sonora a la que está expuesto un individuo.

- P: Presión sonora medida
- P0: $2 \cdot 10^{-5}$ Newton / m²
- I: Intensidad del sonido
- I0: Umbral de audición = 10-12 watts / m².

Timbre: Cuando se distinguen dos sonidos de la misma frecuencia e intensidad, emitidos por objetos distintos, debido a que la forma de las ondas sonoras emitidas es distinta, se dice que ambos sonidos tienen diferente timbre [38].

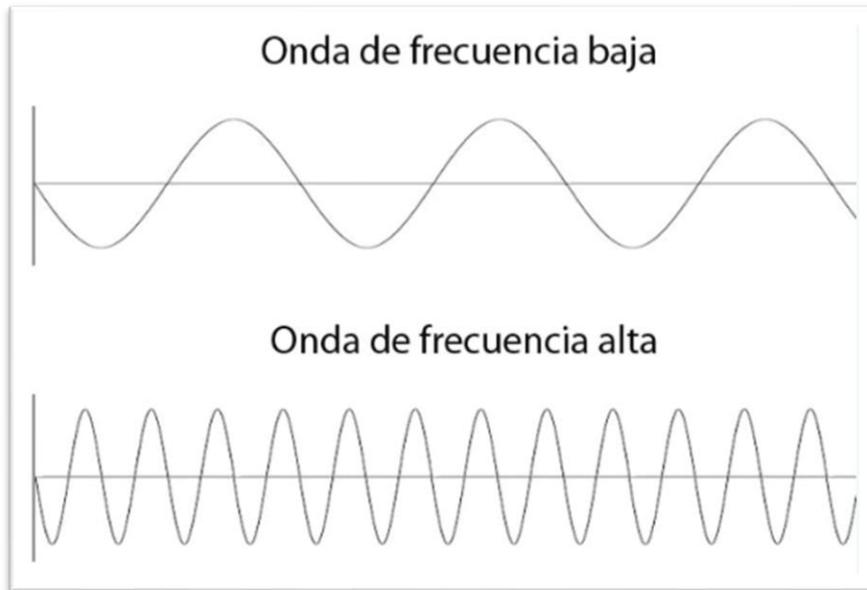
Tono: Cada sonido se caracteriza por su velocidad específica de vibración, que impresiona de manera peculiar al sentido auditivo. Esta propiedad recibe el nombre de tono. El tono presenta una relación directa con la frecuencia, estableciendo que a mayor frecuencia mayor es el tono.[40].

Finalmente existen diferentes fenómenos que se pueden presentar en a la hora de hablar del sonido entre los que tenemos

2.3 Fenómenos de ondas sonoras:

- **Frecuencia (f):** Número de vibraciones completas por segundo producidas por la fuente sonora y transmitidas en forma de ondas. Un sonido audible para el ser humano tiene una frecuencia comprendida entre 20 y 20.000 Hz. Más allá de este rango, se trata de un ultrasonido audible, como mucho, por ciertos animales.

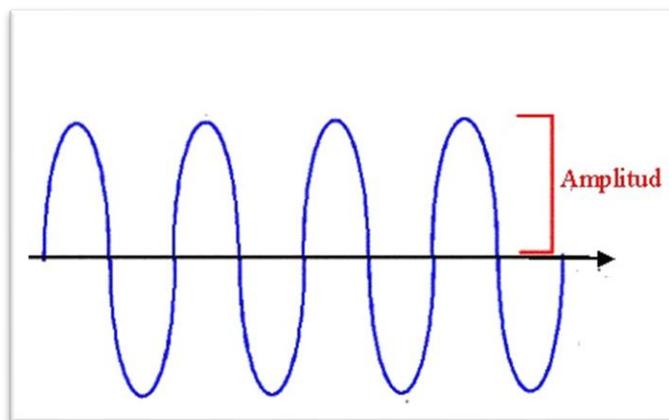
Ilustración 2: Frecuencia del sonido



Fuente: ESERO. Longitud de Onda y Frecuencia.

- **La amplitud:** Es la intensidad (potencia sonora), que generalmente llamamos "volumen". La amplitud está relacionada con la cantidad de energía que transmiten las ondas sonoras.

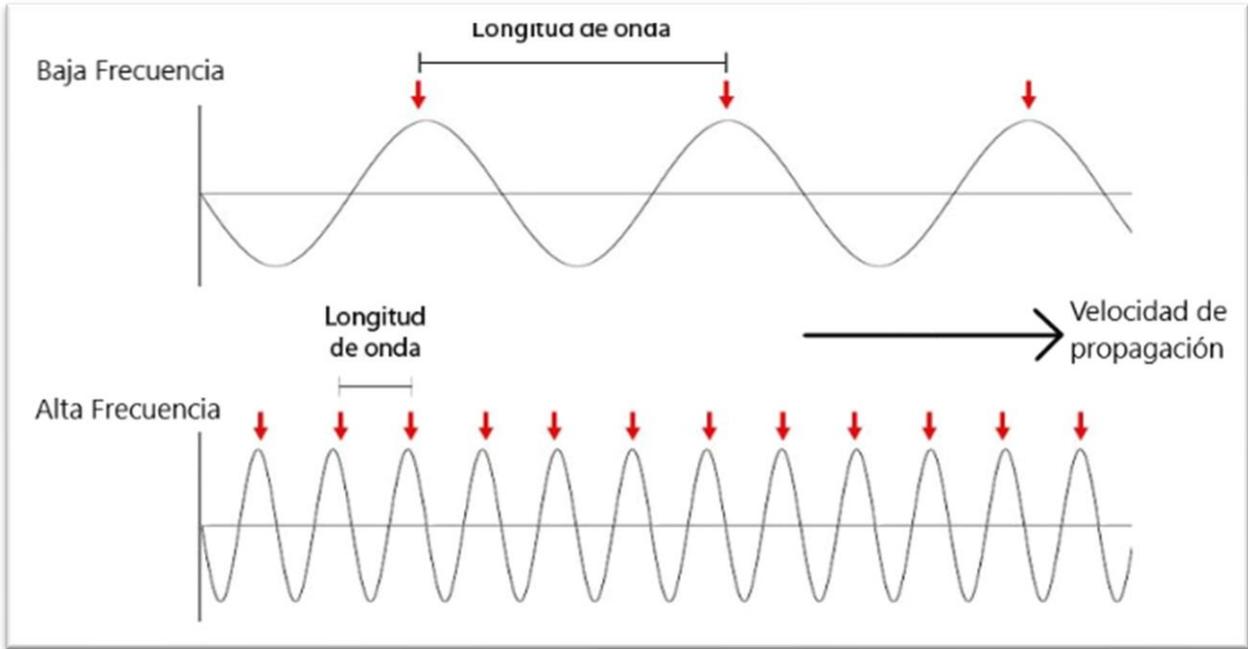
Ilustración 3: La amplitud del sonido.



Fuente: Ondas mecánicas.

- **Longitud de onda (λ):** Es la distancia recorrida por una onda durante un periodo de oscilación o, dicho de otro modo, la distancia entre dos máximos consecutivos de la oscilación.

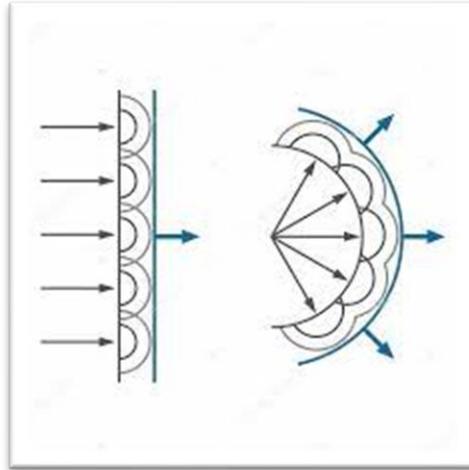
Ilustración 4: Longitud de onda (λ).



Fuente: Ondas mecánicas.

- **Principio de Huygens:** El sonido se propaga de forma de frentes de ondas esféricas y concéntricas al punto emisor; cada frente de ondas está formado por un número infinito de frentes de ondas esféricas de las partículas del aire en movimiento.

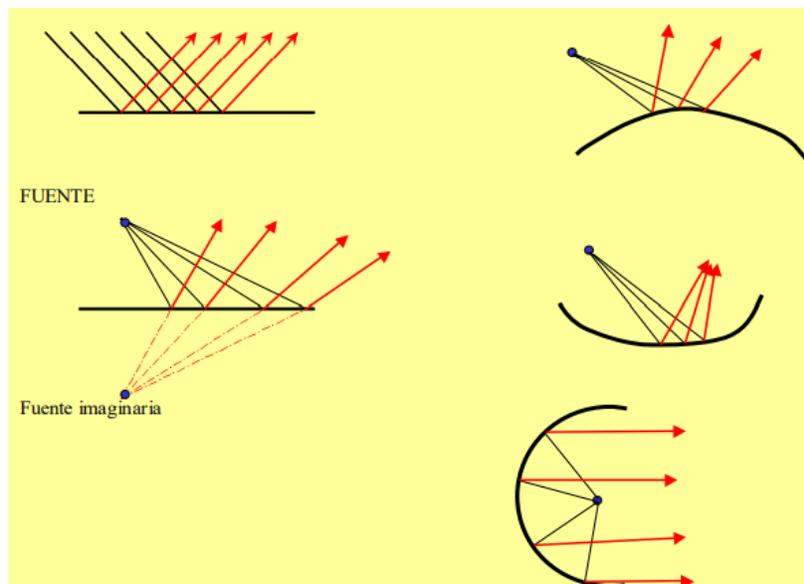
Ilustración 5: Principio de Huygens.



Fuente: Ondas esféricas. El principio de Huygens.

- **Reflexión:** Cuando un sonido que se transmite en un medio determinado choca con los objetos presentes parte de la energía es reflejada. La onda reflejada conserva la misma frecuencia y longitud de onda que la onda incidente, aunque disminuye su amplitud, por lo tanto, su intensidad

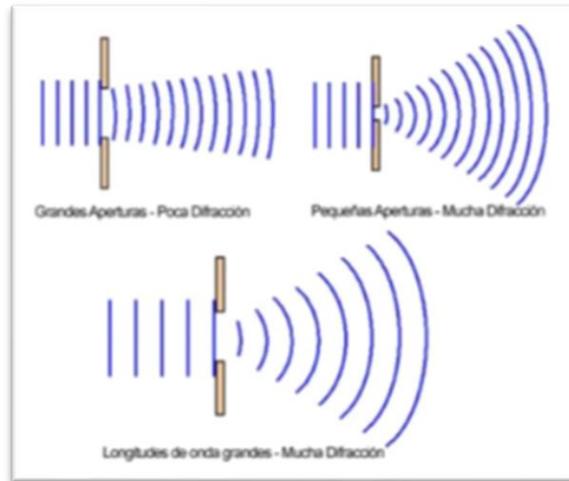
Ilustración 6: Reflexión del sonido.



Fuente: Conceptos básicos del ruido ambiental.

- **Difracción:** Cuando un frente de ondas rodea un obstáculo, distintos frentes de ondas se convierten en centros emisores en aquellos puntos que son interceptados por el obstáculo, envolviéndolo, produciéndose zonas de sombra acústica por interferencia de estas ondas

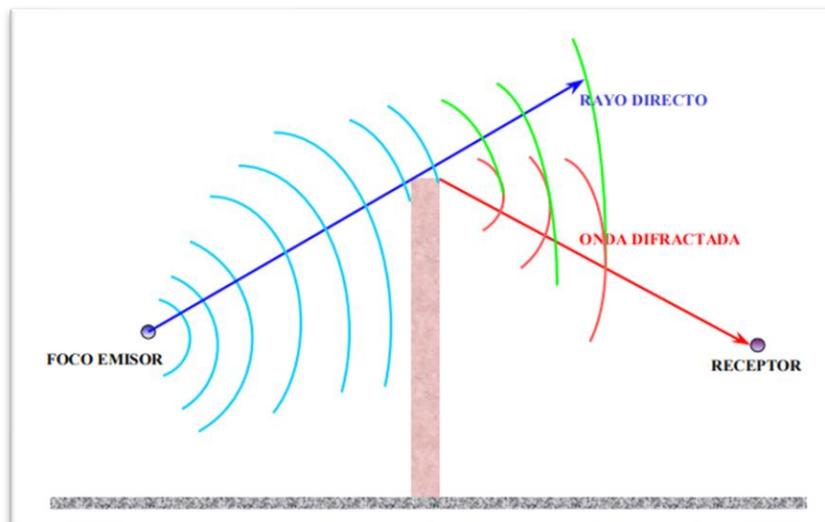
Ilustración 7: Difracción del sonido.



Fuente: Fenómenos acústicos.

- **Refracción:** Es el cambio de dirección que sufre una onda sonora al pasar de un medio a otro de distinta densidad

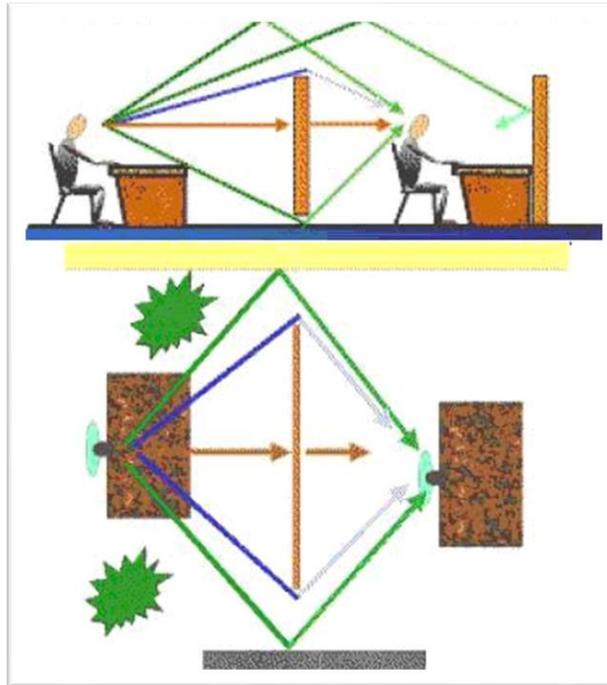
Ilustración 8: Refracción del sonido.



Fuente: Física ondas y electromagnetismo

- **Dispersión:** Es la rotura de la onda de sonido al chocar contra un obstáculo, cuando la superficie de este es más pequeña que la longitud de onda

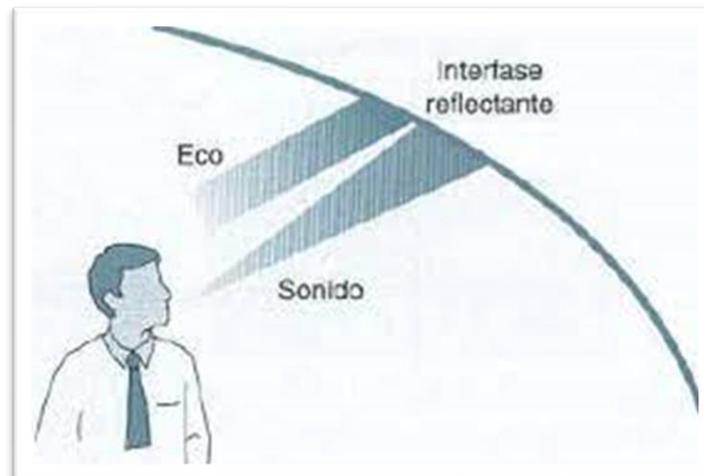
Ilustración 9: Dispersión del sonido.



Fuente: Física ondas y electromagnetismo.

- **Eco:** Es la reflexión de la onda de sonido, cuando al chocar con una superficie, aquella vuelve a la fuente de sonido con un retraso superior a 1/15 de segundo.

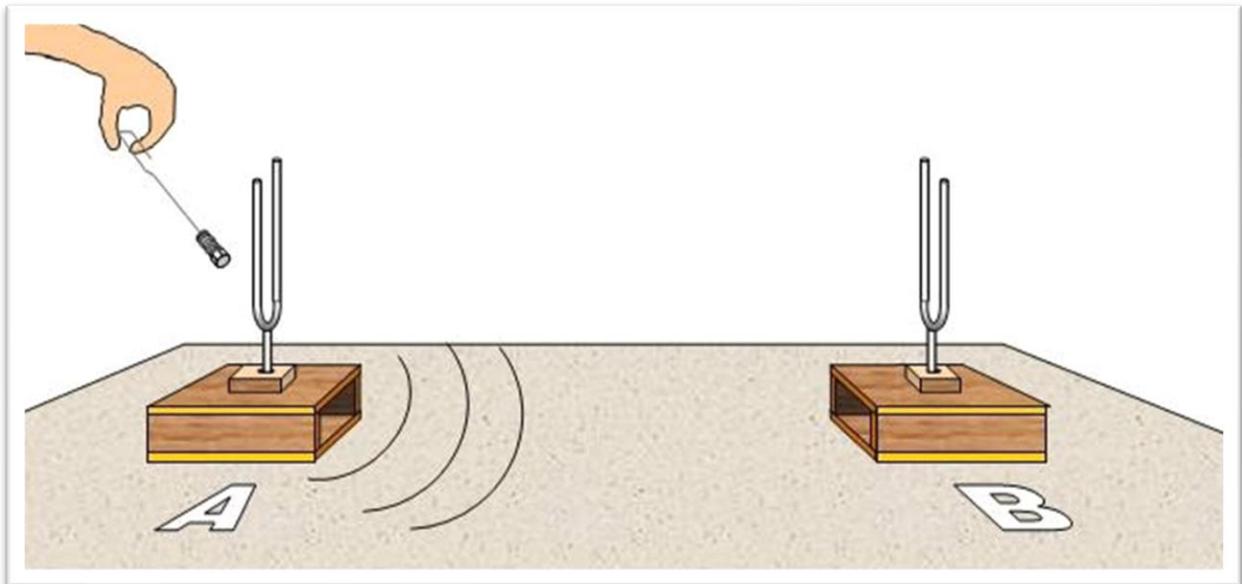
Ilustración 10: Eco del sonido.



Fuente: Resonancia reflexión y eco.

- **Resonancia:** Este fenómeno se produce cuando al chocar una onda sonora contra un objeto, hace vibrar a dicho objeto, de forma que este se transforme en una fuente de sonido [40].

Ilustración 11: Resonancia del sonido.



Fuente: Acústica musical.

2.4 Estrategia de diferenciación de la Corporación universitaria Comfacauca Unicomfacauca

La Corporación Universitaria Comfacauca es una entidad privada, sin ánimo de lucro, fundada en abril de 2002 por la Caja de Compensación Familiar del Cauca, denominándose en aquella época Instituto Tecnológico de Educación Superior de Comfacauca ITC. Para los años 2004 y 2005, se inició el proceso de regionalización, llevando los primeros programas académicos a municipios de Santander de Quilichao y Puerto Tejada respectivamente. En el año 2006, la búsqueda de la interacción entre las cadenas productivas de la región y las aulas de clase, se convirtió en la hoja de ruta de la educación superior en adelante, por lo cual se amplió la oferta educativa, optando además por preparar la documentación para presentar la solicitud de cambio de carácter de Institución Tecnológica a Institución Universitaria, ante el Ministerio de Educación Nacional. El 14 de noviembre de 2008, se ratifica el carácter a la nueva Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca, este cambio además de mantener y fortalecer

el vínculo con la industria y la empresa, significó el fortalecimiento del área investigativa, involucrando además a estudiantes y docentes en la cultura de la innovación y el emprendimiento.

La Institución se propuso mejorar cada vez más sus procesos internos de manera que fueran los más eficientes; con este propósito, organizó su Sistema de Gestión de Calidad, y gracias al compromiso de los estudiantes, docentes y administrativos en el año de 2011, fue certificado por el ICONTEC, bajo la norma NTC ISO 9001:2008, convirtiéndose en la primera Institución de Educación Superior en el Cauca con esta distinción. Esta certificación, se constituyó en un reto y la motivación para seguir trabajando en beneficio de la educación, no solo en el contexto caucano, sino de todo el Suroccidente Colombiano, con calidad y pertinencia. Día a día, el proyecto que inició como una respuesta a las necesidades de una zona específica del departamento, empezó a crecer rápidamente, pero con una certera planificación, todo ello gracias a un equipo emprendedor y comprometido de directivos, administrativos y docentes y a unos aliados que han confiado en la Institución. Hoy, la Corporación Universitaria Comfacaucá – Unicomfacaucá es reconocida por ser una Institución de Educación Superior Privada con tres de sus programas académicos Acreditados de Alta Calidad, y tiene al servicio de propios y extranjeros, una oferta de programas de Pregrado dispuesta en tres facultades, además de posgrados propios y en alianzas que, junto a su oferta de Educación Continuada, atiende las necesidades de formación de la región suroccidente del país [28].

Sin embargo, al ofrecer servicios a la comunidad, esto genera una gran acumulación de personas dentro de las instalaciones, creando en ocasiones niveles de ruido elevados cuya consecuencia es la contaminación auditiva, afectando a estudiantes, empleados y visitantes.

CAPÍTULO 2. PUESTA EN MARCHA

DESARROLLO Y RESULTADOS

3.1 FASE 1- CARACTERIZAR LAS ZONAS CRÍTICAS DONDE SE PRESENTE MAYOR CONTAMINACIÓN AUDITIVA EN LAS INSTALACIONES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA.

La Corporación Universitaria Comfacauca destaca como una reconocida Institución de Educación Superior en la región. Su oferta abarca programas de Pregrado distribuidos en tres facultades, además de una variada selección de posgrados tanto propios como en colaboración con otras instituciones.

No obstante, la prestación de servicios a la comunidad conlleva una afluencia considerable de personas a sus instalaciones, dando lugar en ocasiones a niveles elevados de ruido que resultan en contaminación auditiva. Este problema impacta tanto a estudiantes como a empleados y visitantes

En el siguiente apartado, se realiza una completa caracterización de las áreas de estudio y se proporcionan los datos esenciales para el análisis de los niveles de ruido presentes en la corporación. La metodología adoptada se basa en las directrices establecidas en la resolución 0627 de 2006, rigurosamente seguidas para la recopilación de datos y la descripción de las zonas que ejercen una mayor influencia acústica.

Se procedió a clasificar tanto el sector como el subsector al que pertenece la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, siguiendo los parámetros establecidos en la Tabla 1. Antes de llevar a cabo la recolección de los datos, se efectuó una verificación minuciosa para asegurar la correcta calibración del sonómetro. Durante la toma de datos, el sonómetro fue posicionado a una altura de 1,5 metros. En cada área en cuestión, se registraron datos durante un periodo entre 15 a 20 minutos, cumpliendo rigurosamente las directrices preestablecidas en concordancia con la resolución.

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB (A)

SECTOR	SUBSECTOR	ESTÁNDAR MÁXIMOS PERMISIBLES (dB)
Sector A: Tranquilidad y silencio	Bibliotecas	Día: 55 Noche: 50
Sector B: Tranquilidad y ruido moderado	Universidades	Día: 65 Noche: 55
Sector C: Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos de oficinas. Zonas con usos institucionales	Día: 65 Noche: 55

Fuente: Elaboración propia

Al realizar las respectivas medidas del nivel de ruido se implementó el sonómetro 407736, el cual mide de 35 a 130 dB con una precisión de 1,5 dB. Dispone de tiempo de respuesta rápido/lento en 2 gamas, ponderación A/C, retención máxima y salida analógica CA/CC para conectar a un analizador o grabador y cumple las normas ANSI e IEC Tipo 2.

Aplicaciones

- Pruebas de conformidad de la OSHA industrial en el lugar de trabajo
- Evaluación comunitaria del ruido
- Programas de certificación y reducción del ruido de las máquinas
- Medición del ruido de los vehículos

- Aplicación de la ordenanza sobre el ruido
- Instalación y equilibrio del sistema de audio

Características

- Precisión de 1,5 dB con resolución de 0,1 dB
- Peso ponderado A y C
- Rangos de medición alto y bajo: Bajo 35 dB a 90 dB, alto 75 dB a 130 dB
- Respuesta rápida y lenta
- Retención de máximos con botón para restablecer
- Cumple las normas ANSI S1.4-1983, IEC 60651 en 60651 Tipo 2
- Pantalla LCD grande de 0,5" y 3 ½ dígitos.
- prueba de calibración integrado (94 dB)
- Complemento con estuche de vinilo y batería de 9V

Ilustración 12: Sonómetro Digital.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la resolución 0627 de 2006 en el Artículo 21. Informe técnico. Los informes técnicos de las mediciones de ruido y ruido ambiental, debe contener como mínimo la

información de la Tabla 2. Informe técnico. Estos informes deben estar disponibles para su revisión y evaluación por parte de las autoridades competentes.

Tabla 2. Informe Técnico.

INFORMACIÓN GENERAL	
Fecha de medición	<ul style="list-style-type: none"> · Año 2019: · Año 2022: 14 de noviembre · Año 2023: 1 de marzo
Responsables del informe	<ul style="list-style-type: none"> · Kelber Tovar España · Mauricio Mulcue Meneses
Propósito de la medición	Caracterizar las zonas críticas donde se presenta mayor contaminación en la Corporación Universitaria Unicomfacauca.
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA	
Tipo de instrumentación utilizada	Número de serie del equipo: 407736
Datos de calibración	<p style="text-align: center;">Ajustes del instrumento de medida:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Meets ANSI and IEC Type 2 specifications · Measures from 35 dB to 130dB in ranges · Internal calibration check
Fecha de vencimiento del certificado de calibración del dinamómetro.	1 de mayo de 2023

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3. Se expresa de manera detallada la sensación provocada y/o efectos que puede tener el sistema auditivo al estar expuesto en un ambiente o actividad.

Tabla 3. Nivel de intensidad del sonido.

Presión sonora	Ambiente o actividades	Sensación / Efectos en el oído
140 - 160 dB	Explosión petardo a 1 m	Daños permanentes inmediatos del oído, rotura tímpano
130 dB	Avión en despegue a 10 m, disparo de arma de fuego	Umbral del dolor
120 dB	Motor de avión en marcha, martillo neumático pilón (1 m)	Daños permanentes del oído a exposición de corta duración
110 dB	Concierto de rock, motocicleta a escape libre a 1 m	Sensación insoportable y necesidad de salir del ambiente
100 dB	Sierra circular a 1 m, discote, sirena de ambulancia a 10 m	Sensación molesta daños permanentes al oído a explosión a largo tiempo
90 dB	Calle principal a 10 m, taller mecánico	
80 dB	Bar animado, calle ruidosa a 10 m	Ruido de fondo incómodo para conversar
70 dB	Coche normal a 10 m, aspirador a 1 m, conversación en voz alta	
60 dB	Conversación animada, televisión a volumen normal a 1 m	Ruido de fondo agradable para la vida social
50 dB	Oficina, conversación normal a 1 m de distancia	
40 dB	Biblioteca, conversación susurrada	
30 dB	Frigorífico silencioso, dormitorio	Nivel de fondo necesario para descansar
20 dB	Habitación muy silenciosa, rumor suave de las hojas de un árbol	

10 dB	Respiración tranquila	
0 dB	Umbral de audición	Silencio

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 4, se establece las clasificaciones por colores en las zonas de la corporación, esto con la ayuda de los planos arquitectónicos suministrados.

Tabla 4. Intensidad de sonidos en dB.

Zona de Ruido dB (A)	Color	Sombreado
Menor de 45	Verde	Puntos medianos, media densidad
45 a 55	Amarillo	Líneas verticales, baja densidad
55 a 65	Naranja	Líneas verticales, alta densidad
65 a 75	Rojo	Sombreado cruzado, meda densidad
65 a 85	Azul	Franjas verticales anchas

Fuente: Resolución 0627 de 2006.

Información experimental y mediciones

En las tablas 5,6 y 7 se presentan los valores obtenidos en la toma de los datos de los diferentes años estudiados, es decir el año 2019 los cuales se tomaron como datos históricos, 2022 segundo periodo académico y el primer periodo académico del año 2023, en las tablas se expresan las diferentes zonas estudiadas, la franja horaria en la que se tomaron los datos y el promedio total de los datos obtenidos.

Tabla 5. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2019.

PROMEDIO DE DATOS TOMADOS 2019					
PLANTA	ZONA	FRANJA HORARIA – (dB)			PROMEDIO TOTAL
		MAÑANA	MEDIO DIA	TARDE	
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	70,1	67,58	63,1	66,93
Sótano	Lab. Logística	69,97	67,35	63,72	67,01
Sótano	Lab. Calidad	74,64	74,2	57,64	68,83
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	72,21	74,57	62,31	69,70
Planta 1B	Cocina gastronomía	78,4	77,7	77,24	77,78
Planta 1B	Zonas verdes	74,64	75,36	63,74	71,25

Planta 1B	Entrada principal	76,97	78,91	72,56	76,15
Planta 1B	Lobby	78,77	77,19	68,7	74,89
Planta 2B	Fotocopiadora	79	83,32	68,15	76,82
Planta 2B	Pasillo 2B	68,27	75,36	67,07	70,23
Planta 3B	Ciencias básicas	68,71	77,5	70,5	72,24
Planta 3B	Pasillo 3B	66,1	73,12	64,24	67,82
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	68,06	78,48	66,19	70,91
Planta 4B	Pasillo 4B	68,48	69,72	64,55	67,58
Planta 5B	Zona de Est. 5B	81,07	73,43	68,71	74,40
Planta 1D	Cafetería	85,65	82,91	69,75	79,44
Planta 1D	Biblioteca	79,11	76,74	68,13	74,66
Planta 2D	Zona rectoría	69,89	71,46	62,89	68,08
Planta 2D	Facultad de contaduría	70,9	75,65	63,27	69,94
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	69,12	75,04	60,53	68,23
Planta 3D	Lab electromecánica	73,64	77,96	62,76	71,45
Planta 4D	Zona de Est. Interior	69,18	68,21	62,23	66,54
Planta 5D	Zona de Est. 5D	79,93	76,75	69,31	75,33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2022.

PROMEDIO DE DATOS TOMADOS 2022					
PLANTA	ZONA	FRANJA HORARIA – (dB)			PROMEDIO TOTAL
		MAÑANA	MEDIO DIA	TARDE	
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	62,50	70,62	78,73	70,62
Sótano	Lab. Logística	76,75	75,76	74,77	75,76
Sótano	Lab. Calidad	67,59	70,31	73,03	70,31
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	68,58	73,31	78,03	73,31
Planta 1B	Cocina gastronomía	71,65	75,99	80,33	75,99
Planta 1B	Zonas verdes	71,90	71,85	71,79	71,85
Planta 1B	Entrada principal	75,10	77,24	79,38	77,24
Planta 1B	Lobby	76,61	75,50	74,39	75,50
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	73,95	77,34	80,72	77,34

Planta 2B	Pasillo 2B	76,32	72,60	68,87	72,60
Planta 3B	Ciencias básicas	69,60	73,06	76,52	73,06
Planta 3B	Pasillo 3B	67,57	69,72	71,87	69,72
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	68,82	70,06	71,29	70,06
Planta 4B	Pasillo 4B	72,39	73,80	75,21	73,80
Planta 5B	Zona de Est. 5B	74,41	78,29	82,17	78,29
Planta 1D	Cafetería	81,00	81,75	82,50	81,75
Planta 1D	Biblioteca	70,59	72,47	74,34	72,47
Planta 2D	Zona rectoría	72,33	75,22	78,11	75,22
Planta 2D	Facultad de contaduría	70,80	71,52	71,91	71,41
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	69,57	72,13	74,69	72,13
Planta 3D	Lab electromecánica	80,51	78,35	76,19	78,35
Planta 4D	Zona de Est. Interior	69,56	72,12	74,67	72,12
Planta 5D	Zona de Est. 5D	66,72	70,32	73,91	70,32

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Resultados de niveles de ruido en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, primer periodo académico 2023.

PROMEDIO DE DATOS TOMADOS 2023					
PLANTA	ZONA	FRANJA HORARIA – (dB)			PROMEDIO TOTAL
		MAÑANA	MEDIO DIA	TARDE	
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	69,91	73,54	70,35	71,27
Sótano	Lab. Logística	73,52	75,09	70,16	72,92
Sótano	Lab. Calidad	84,28	74,36	74,32	77,65
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	65,66	72,43	77,25	71,78
Planta 1B	Cocina gastronomía	65,16	81,21	80,80	75,72
Planta 1B	Zona verde	74,65	73,02	81,04	76,24
Planta 1B	Entrada principal	85,08	82,89	84,74	84,24
Planta 1B	Lobby	76,66	77,78	74,53	76,32
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	73,61	75,70	80,72	76,68
Planta 2B	Pasillo 2B	74,97	75,48	76,39	75,61
Planta 3B	Ciencias básicas	83,40	83,88	76,63	81,30

Planta 3B	Pasillo 3B	74,61	77,23	72,65	74,83
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	75,90	76,76	72,15	74,94
Planta 4B	Pasillo 4B	67,65	73,05	76,72	72,47
Planta 5B	Zona de Est. 5B	76,26	76,55	72,92	75,24
Planta 1D	Cafetería	81,39	81,62	83,14	82,05
Planta 1D	Biblioteca	76,49	71,85	74,04	74,13
Planta 2D	Zona rectoría	67,02	72,78	73,32	71,04
Planta 2D	Facultad de contaduría	70,80	72,43	76,19	73,14
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	71,83	74,31	75,63	73,92
Planta 3D	Lab electromecánica	72,50	82,28	81,79	78,86
Planta 4D	Zona de Est. Interior	74,16	70,56	82,84	75,85
Planta 5D	Zona de Est. 5D	75,31	73,28	80,41	76,33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Promedio total de los niveles de ruido de la Corporación Universitaria ComfacaUCA UnicomfacaUCA 2019,2022 y 2023.

PROMEDIO DE DATOS TOMADOS				
FRANJA HORARIA – dB				
PLANTA	ZONA	2019	2022	2023
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	66,93	70,62	71,27
Sótano	Lab. Logística	67,01	75,76	72,92
Sótano	Lab. Calidad	68,83	70,31	77,65
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	69,70	73,31	71,78
Planta 1B	Cocina gastronomía	77,78	75,99	75,72
Planta 1B	Zona verde	71,25	71,85	76,24
Planta 1B	Entrada principal	76,15	77,24	84,24
Planta 1B	Lobby	74,89	75,50	76,32
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	76,82	77,34	76,68
Planta 2B	Pasillo 2B	70,23	72,60	75,61
Planta 3B	Ciencias básicas	72,24	73,06	81,30
Planta 3B	Pasillo 3B	67,82	69,72	74,83
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	70,91	70,06	74,94
Planta 4B	Pasillo 4B	67,58	73,80	72,47
Planta 5B	Zona de Est. 5B	74,40	78,29	75,24
Planta 1D	Cafetería	79,44	81,75	82,05
Planta 1D	Biblioteca	74,66	72,47	74,13

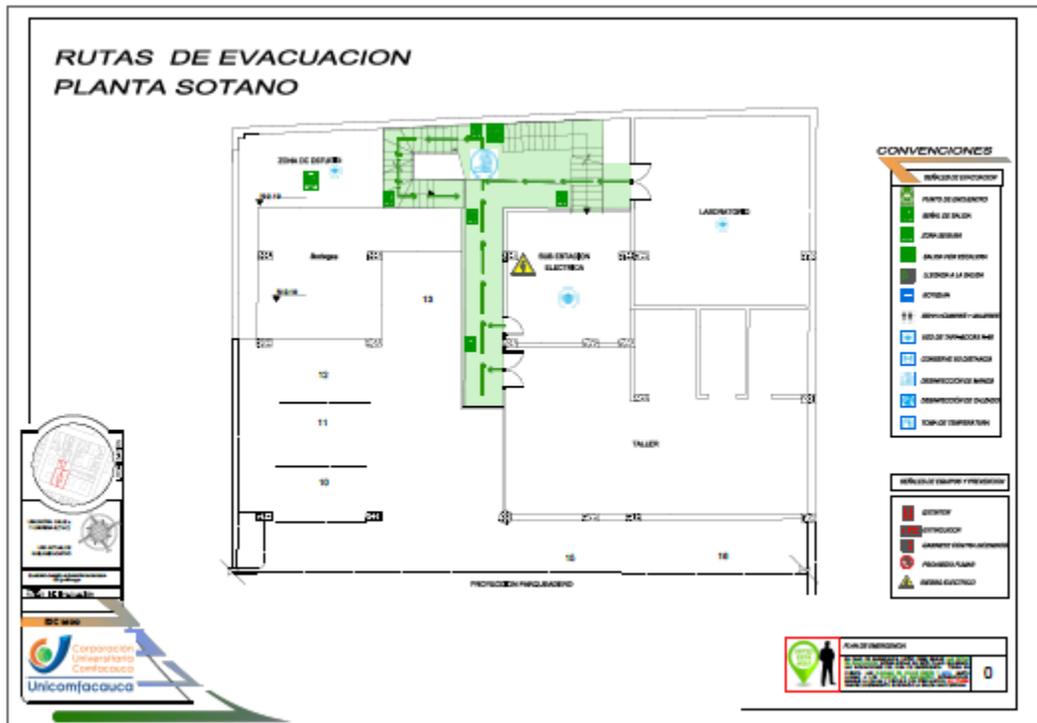
Planta 2D	Zona rectoría	68,08	75,22	71,04
Planta 2D	Facultad de contaduría	69,94	71,41	73,14
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	68,23	72,13	73,92
Planta 3D	Lab electromecánica	71,45	78,35	78,86
Planta 4D	Zona de Est. Interior	66,54	72,12	75,85
Planta 5D	Zona de Est. 5D	75,33	70,32	76,33

Fuente: Elaboración propia

Información experimental y mediciones

De acuerdo con la toma de medidas que se hicieron en un principio en las diferentes zonas de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, a continuación, se presentan de manera gráfica los diferentes planos de las zonas estudiadas, en estas se encuentran las plantas con las que cuenta la corporación y junto con ellas las tablas que representan el rango de los niveles de ruido que se obtuvieron en estas zonas, las cuales están con su respectivo color según la resolución 0627 de 2006.

Ilustración 13: Plano ruta de evacuación, Planta sótano.



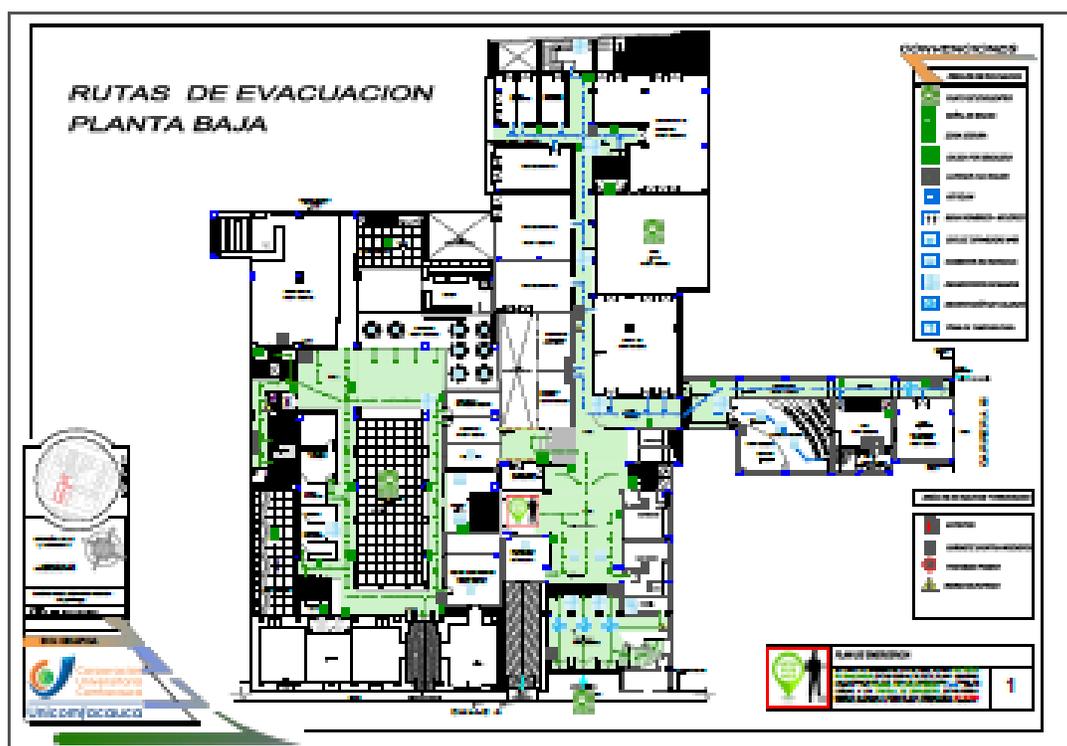
Fuente: Unicomfacauca

Tabla 9. Rango de niveles de ruido en zonas planta sótano.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	65 – 75
Sótano	Lab. Logística	65 – 75
Sótano	Lab. Calidad	75 – 85
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	65 -75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Plano ruta de evacuación, planta baja B y D.



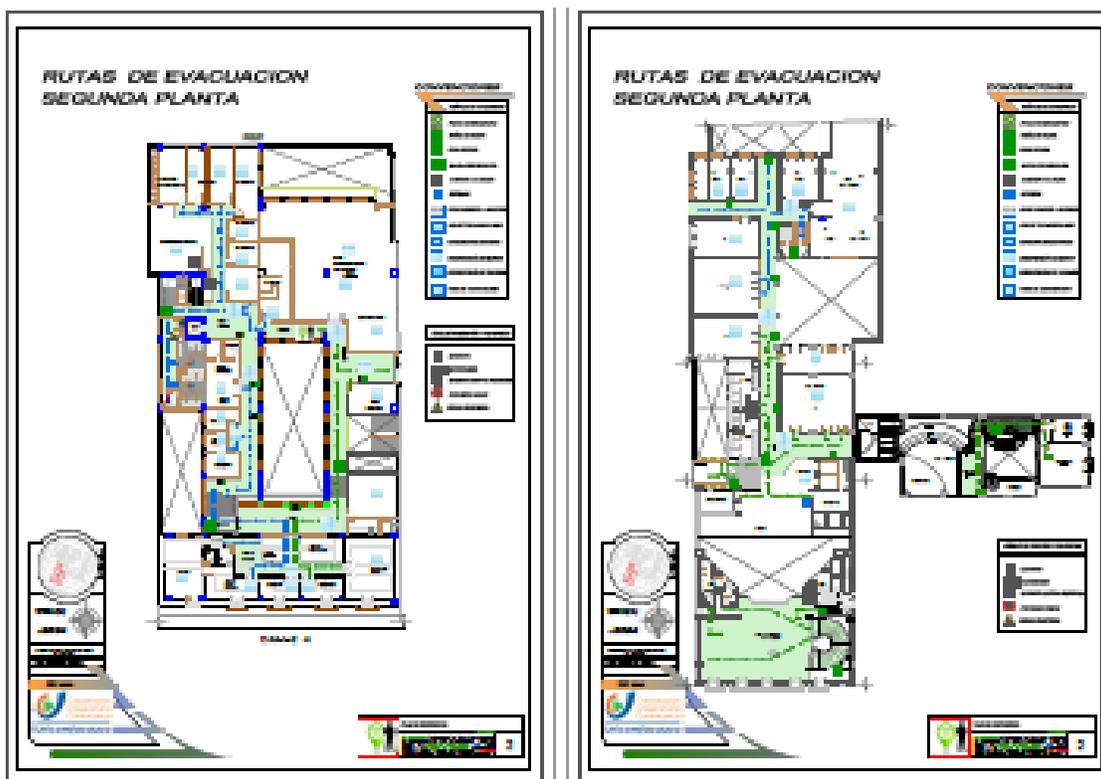
Fuente: Unicomfacauca

Tabla 10. Rango de niveles de ruido en zonas planta baja B y D.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Planta 1B	Cocina gastronomía	75 – 85
Planta 1B	Zona verde	75 – 85
Planta 1B	Entrada principal	75 – 85
Planta 1B	Lobby	75 – 85
Planta 1D	Cafetería	75 – 85
Planta 1D	Biblioteca	65 -75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Plano ruta de evacuación, planta segundo piso B y D.



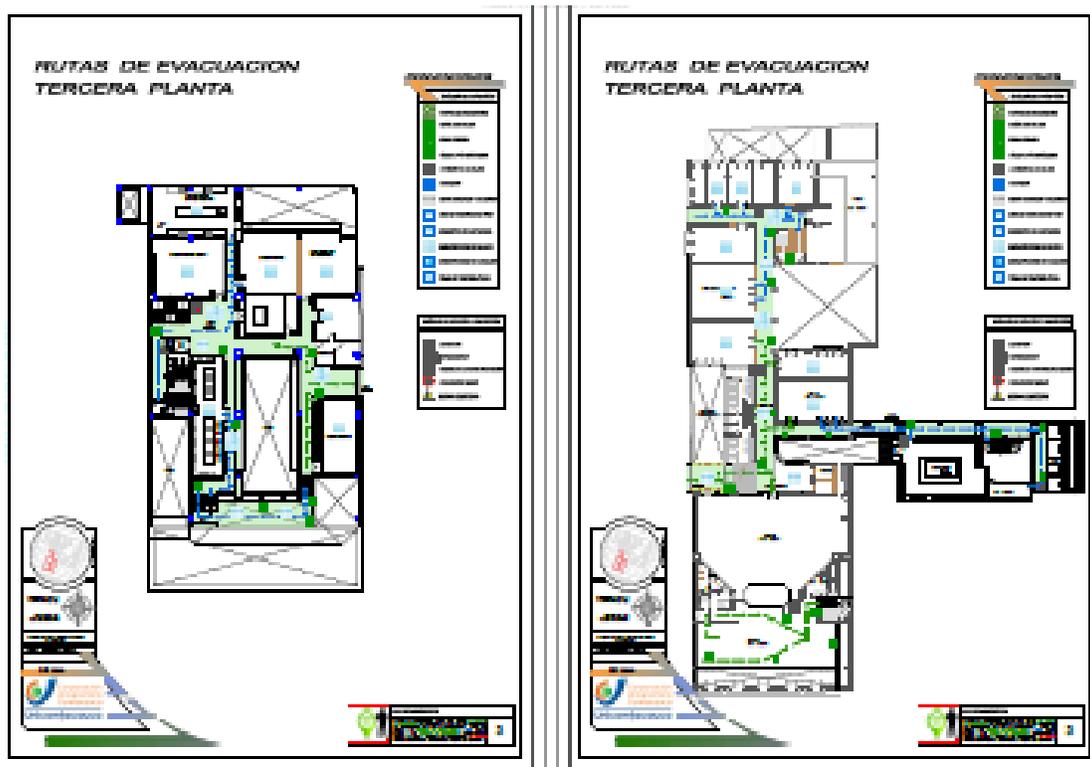
Fuente: Unicomfacauca

Tabla 11. Rango de niveles de ruido en zonas planta segundo piso B y D.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	75 – 85
Planta 2B	Pasillo 2B	75 – 85
Planta 2D	Zona rectoría	65 -75
Planta 2D	Facultad de contaduría	65 -75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Plano ruta de evacuación, planta tercer piso B y D



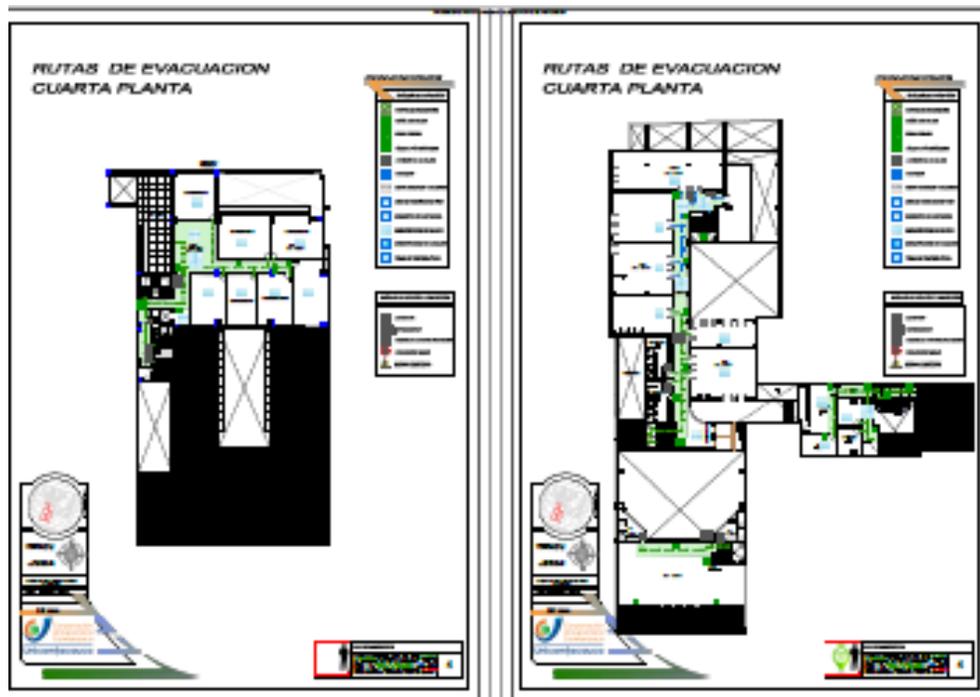
Fuente: Unicomfacauca

Tabla 12. Rango de niveles de ruido en zonas planta tercer piso B y D.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Planta 3B	Ciencias básicas	75 – 85
Planta 3B	Pasillo 3B	65 -75
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	75 – 85
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	65 -75
Planta 3D	Lab electromecánica	75 – 85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Plano ruta de evacuación, planta cuarta piso B y D.



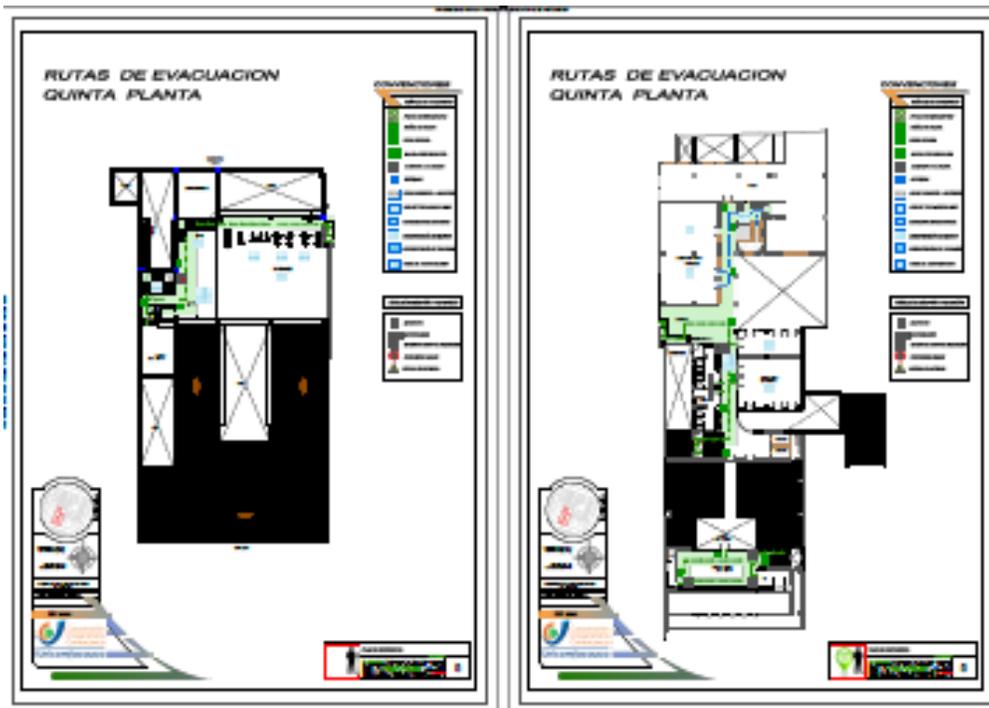
Fuente: Unicomfacauca

Tabla 13. Rango de niveles de ruido en zonas planta cuarta piso B y D.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Planta 4B	Pasillo 4B	65 -75
Planta 4D	Zona de Est. Interior	75 – 85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Plano ruta de evacuación, planta quinta piso B y D.



Fuente: Unicomfacauca

Tabla 14. Rango de niveles de ruido en zonas planta quinta piso B y D.

PLANTA	ZONA	COLOR (dB)
Planta 5B	Zona de Est. 5B	75 – 85
Planta 5D	Zona de Est. 5D	75 – 85

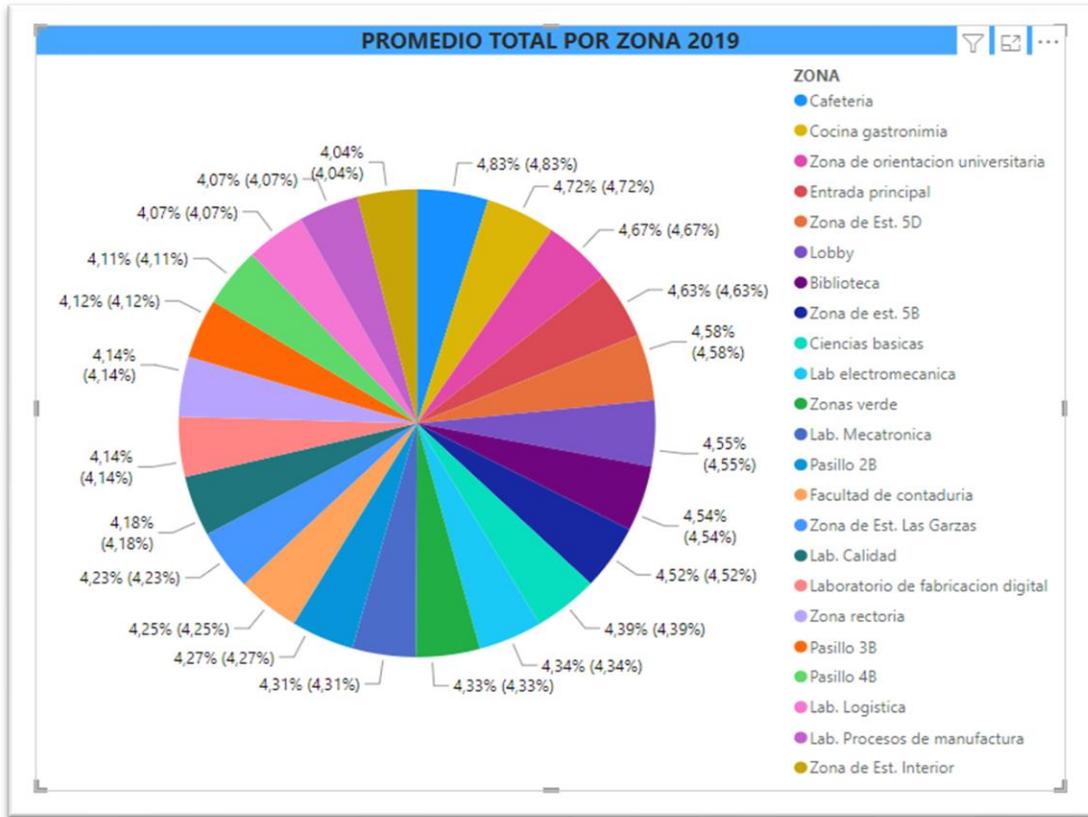
Fuente: Elaboración propia

Análisis de los datos históricos y actuales, para hacer comparación con la normatividad pertinente.

Se lleva a cabo un completo análisis de los datos recopilados durante las diversas mediciones realizadas, con el propósito de realizar una comparativa entre los niveles obtenidos a lo largo de los años de estudio. Se desarrolla todo el análisis de los datos obtenidos en las diferentes mediciones que se hicieron, esto con el objetivo de comparar los niveles obtenidos en las mediciones de los años de estudio. En la ilustración 19, se presentan los resultados de los datos promedio correspondientes al año 2019 en relación a las zonas de influencia. En la visualización, se muestran los porcentajes promedio de ruido registrados en cada toma de datos. Cada color en la ilustración representa un área específica dentro de la Corporación Universitaria, acompañado por el respectivo porcentaje asociado a cada una de estas zonas. Encontrando como datos destacable que la mayor zona de contaminación para ese año fue la zona de la cafetería, la cual presentó un promedio de 4,83%, seguida por zonas como la entrada principal y el lobby, mientras que la ilustración 20 se exhibe los resultados promedio de los datos correspondientes al año 2022 en relación a las zonas de influencia donde se muestra el porcentaje correspondiente para cada una de estas zonas, presentando como resultado que la zona de la cafetería sigue siendo una de las zonas que mayor contaminación auditiva genera, persistiendo en que es una zona que debe tener un mayor control.

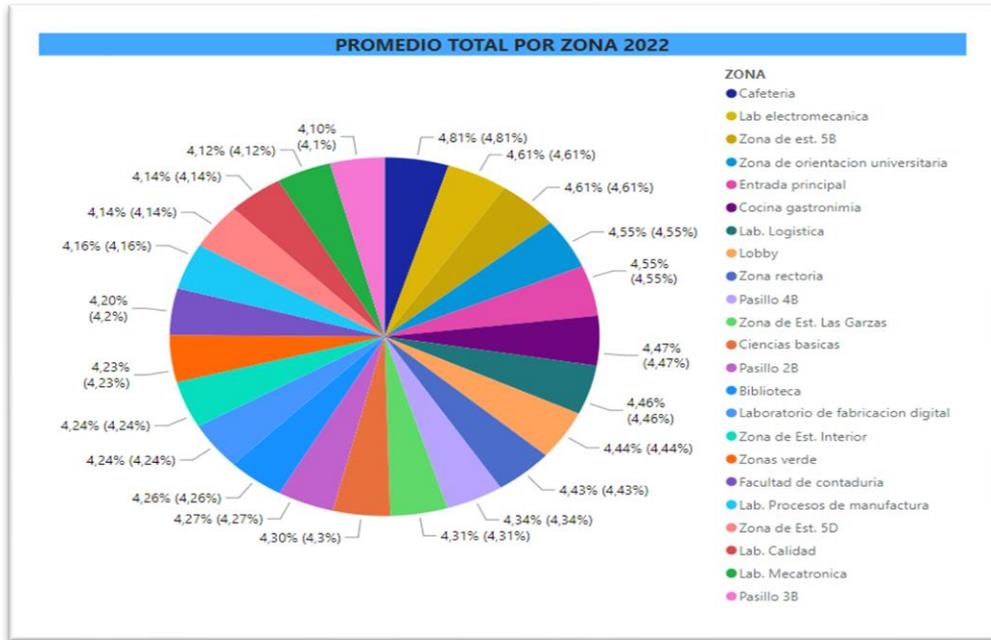
En la ilustración 21 se presentan los resultados de los datos promedio del año 2023 con respecto a la zona de influencia, en ella están presentes los porcentajes promedio de ruido en la toma de estos, donde se evidenció un incremento en los porcentajes de contaminación auditiva en la zona de la entrada principal, esto debido a factores internos como lo es la aglomeración de estudiantes en este lugar y por otro lado, también los factores externos como lo es el tráfico y el comercio que se presenta a las afueras de la corporación.

Ilustración 19: Promedio total por zona 2019.



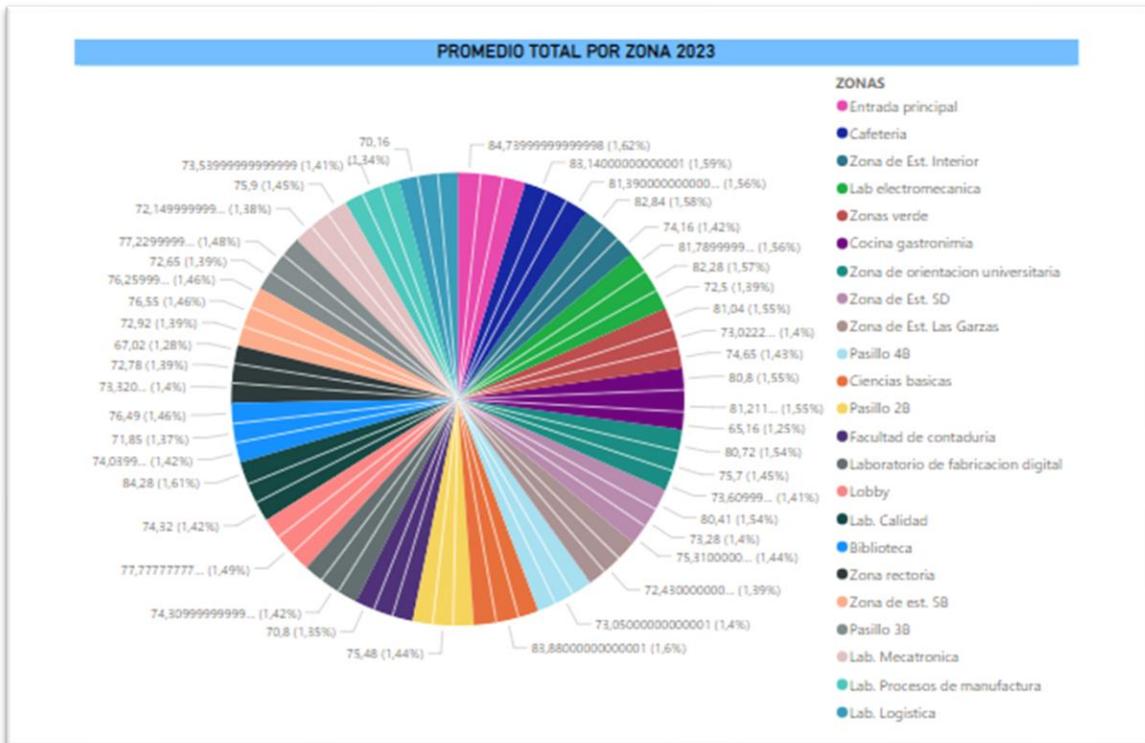
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20: Promedio total zona 2022.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21: Promedio total zona 2023.



Fuente: Elaboración propia

En las ilustración 22,23 y 24 se hace la representación de acuerdo al promedios de datos en dB alcanzados en las diferentes zonas de estudio, identificando los niveles o picos que se lograron obtener, en los cuales se presenta mayor contaminación auditiva con respecto a los estudios en las franjas horarias en las cuales se tomaron los datos, así mismo se evaluaron los demás años correspondientes, donde finalmente se logró observar que se presentaron pico repetitivos en algunas de las zonas estudiadas.

Ilustración 22: Datos tomados en el 2019.



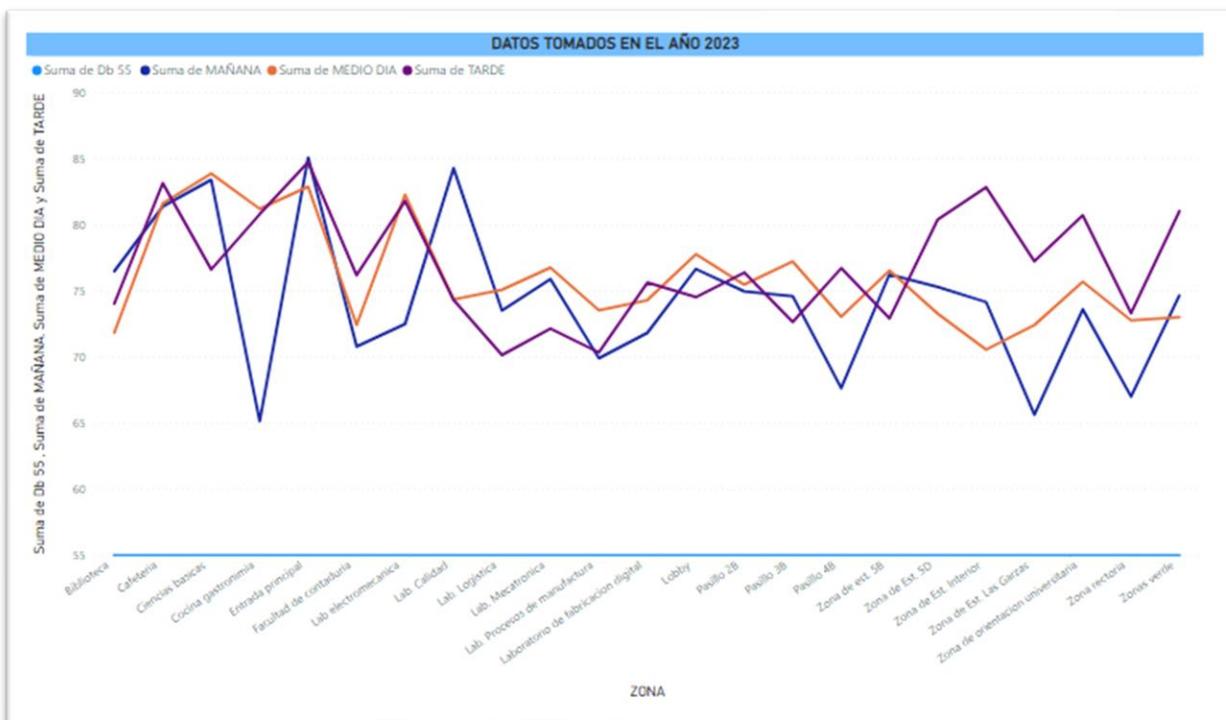
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23: Datos tomados en el 2022.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24: Datos tomados en el 2023.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 24 se hace la comparación de las diferentes franjas horarias donde se hizo el estudio, esto quiere decir, mañana, medio día y tarde, en esto se pueden observar las diferentes variaciones que se tiene en los niveles de ruido en los lugares estudiados, de ahí que se puede determinar diferentes factores los cuales hacen que estos niveles se encuentren elevados.

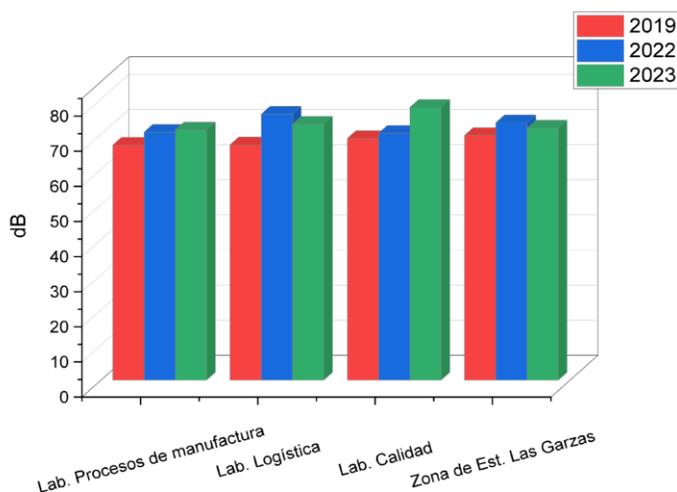
Análisis por plantas

Tabla 15. Niveles de ruido planta sótano (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	66,93	70,62	71,27	65 – 75
Sótano	Lab. Logística	67,01	75,76	72,92	65 – 75
Sótano	Lab. Calidad	68,83	70,31	77,65	75 – 85
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	69,70	73,31	71,78	65 – 75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25: Comparación de niveles de ruido planta sótano.



Fuente: Elaboración propia

Como se observar en la tabla 15 los datos del año 2019 son menores respecto al año 2022 y 2023, indicando que hay un aumento en la contaminación auditiva en la planta de sótano dado a que hay mayor cantidad de estudiantes en los laboratorios ubicados en

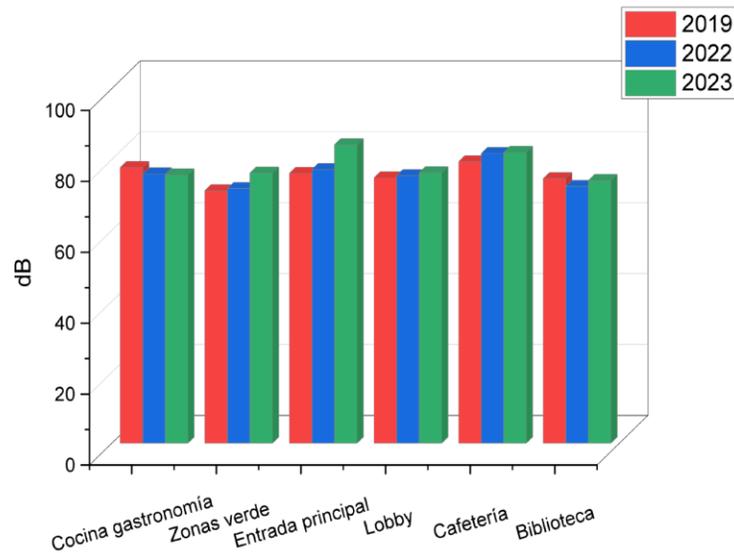
esta zona, además en esta área se brinda servicio de garaje siendo uno de los factores principales en el un aumento de los dB.

Tabla 16. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta baja B y D (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Planta 1B	Cocina gastronomía	77,78	75,99	75,72	65 – 75
Planta 1B	Zona verde	71,25	71,85	76,24	75 – 85
Planta 1B	Entrada principal	76,15	77,24	84,24	75 – 85
Planta 1B	Lobby	74,89	75,50	76,32	75 – 85
Planta 1D	Cafetería	79,44	81,75	82,05	75 – 85
Planta 1D	Biblioteca	74,66	72,47	74,13	65 – 75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Comparación de niveles de ruido planta baja B y D.



Fuente: Elaboración propia

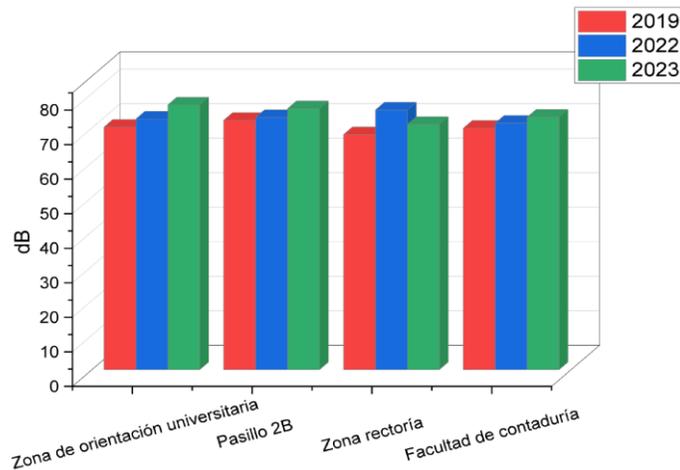
Como se puede observar en la ilustración 26 comparación planta baja B y D, es muy notorio que hay un patrón repetitivo dado a que los datos tomados en el año 2019, 2022 y 2023, nos indican que las zonas contaminadas por el ruido siguen siendo las mismas, observando la gráfica de líneas es claro el patrón mencionado anteriormente indicando que el año 2023 es donde hay mayor contaminación por el ruido.

Tabla 17. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta segundo piso B Y D (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	70,23	72,60	76,68	75 – 85
Planta 2B	Pasillo 2B	72,24	73,06	75,61	75 – 85
Planta 2D	Zona rectoría	68,08	75,22	71,04	65 – 75
Planta 2D	Facultad de contaduría	69,94	71,41	73,14	65 – 75

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27: Comparación de niveles de ruido planta segundo piso B y D.



Fuente: Elaboración propia

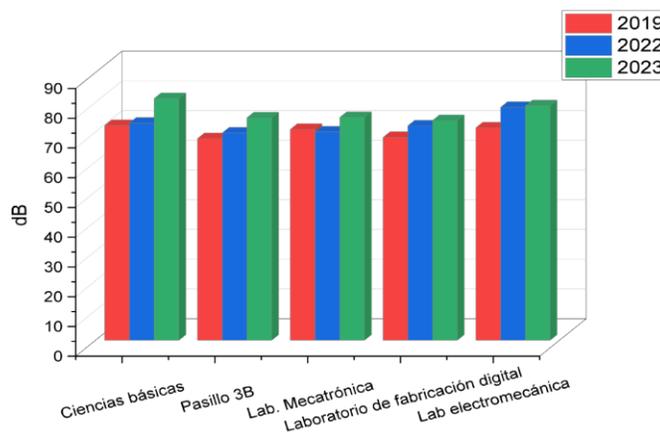
Se observa en la ilustración 27 de comparación planta segundo piso B y D, se tienen niveles muy similares respecto al año 2019, 2022 y 2023, cabe recalcar que al año 2023 la universidad cuenta con mayor cantidad de estudiantes respecto a los años anteriores por lo cual es notorio que haya un aumento de los dB para el año 2023. La planta 2D se ve afectada por este incremento de la población universitaria debido a que en los tiempos libres regularmente las personas prefieren esperar en la planta 1D donde se encuentra ubicada la cafetería que es una de las zonas con mayor contaminación dentro de la universidad siendo un factor influyente de contaminación para esta zona principalmente para la facultad de contaduría y rectoría.

Tabla 18. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta tercer piso B Y D (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Planta 3B	Ciencias básicas	72,24	73,06	81,30	75 - 85
Planta 3B	Pasillo 3B	67,82	69,72	74,83	65 - 75
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	70,91	70,06	74,94	65 - 75
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	68,23	72,13	73,92	65 - 75
Planta 3D	Lab electromecánica	71,45	78,35	78,86	75 - 85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28: Comparación de niveles de ruido planta tercer piso B y D.



Fuente: Elaboración propia

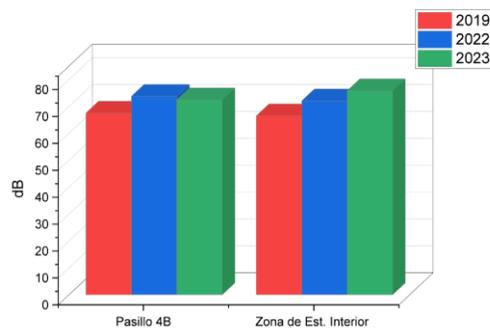
Se evidencia la presencia de patrones similares en los datos obtenidos durante los años 2019, 2022 y 2023, ya que muestran una repetición sistemática. Solo se aprecia una variación en el Laboratorio de Mecatrónica, debido a que en ese período no estaba siendo utilizado por los estudiantes. No obstante, es posible notar que, en la zona de Ciencias Básicas durante el año 2023, se registra un mayor nivel de contaminación acústica en comparación con los años anteriores. Esta diferencia puede atribuirse a la presencia de un grupo numeroso de estudiantes participando en sesiones de asesoramiento en dicha área, acompañado por la reproducción de música. Este último factor influyó en que los estudiantes elevaran el tono de sus voces para comunicarse eficazmente entre sí.

Tabla 19. Planta cuarta piso B Y D (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Planta 4B	Pasillo 4B	67,58	73,80	72,47	65 – 75
Planta 4D	Zona de Est. Interior	66,54	72,12	75,85	75 – 85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29: Comparación de niveles de ruido planta cuarta piso B y D.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en el año 2019 había menor contaminación auditiva en la universidad en la zona de la planta 4B y 4D. Los datos del año 2019 y 2022 nos arrojan un patrón repetitivo en estas zonas, para el año 2023 en la zona de Est. interior se presenta una mayor contaminación auditiva ya que los estudiantes frecuentan estas

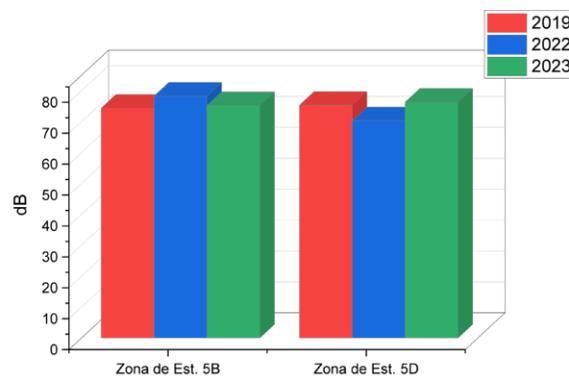
zonas para realizar sus labores académicas tales como estudiar o dirigirse a sus aulas de clase.

Tabla 20. Niveles de ruido para los periodos 2019,2022 y 2023 en planta quinta piso B Y D (dB).

PLANTA	ZONA	2019	2022	2023	COLOR (dB)
Planta 5B	Zona de Est. 5B	74,40	78,29	75,24	75 – 85
Planta 5D	Zona de Est. 5D	75,33	70,32	76,33	75 – 85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30: Comparación de niveles de ruido planta quinta piso B y D.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la ilustración 30 comparación planta quinta piso B y D en estas zonas se tiene que hay variaciones en los dB debido a que en el año 2019, 2022 y 2023 los estudiantes prefieren ubicarse en la planta 5B a estudiar que en la 5D ya que se encuentra cerca de la oficina de profesores de ingeniería industrial siendo uno de los motivos para que prefieran estar en estas zonas, los mismos estudiantes son uno de los factores principales para que se genere una mayor contaminación auditiva en esta zona.

Después de haber realizado el trabajo de campo que fue la toma de datos en las diferentes áreas de la Corporación Universitaria Unicomfauca se logra identificar de mayor a menor las zonas con influencia auditiva como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Incremento de niveles por zona.

PLANTA	ZONA	dB
Planta 1B	Entrada principal	84,24
Planta 1D	Cafetería	82,05
Planta 3B	Ciencias básicas	81,30
Planta 3D	Lab electromecánica	78,86
Sótano	Lab. Calidad	77,65
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	76,68
Planta 5D	Zona de Est. 5D	76,33
Planta 1B	Lobby	76,32
Planta 1B	Zonas verdes	76,24
Planta 4D	Zona de Est. Interior	75,85
Planta 1B	Cocina gastronomía	75,72
Planta 2B	Pasillo 2B	75,61
Planta 5B	Zona de Est. 5B	75,24
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	74,94
Planta 3B	Pasillo 3B	74,83
Planta 1D	Biblioteca	74,13
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	73,93
Planta 2D	Facultad de contaduría	73,14
Sótano	Lab. Logística	72,92
Planta 4B	Pasillo 4B	72,47
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	71,78
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	71,27
Planta 2D	Zona rectoría	71,04

Fuente: Elaboración propia

Verificación con la resolución 0627 de 2006

Al establecer la franja horaria y realizar la toma datos de los niveles de ruido se dieron los siguientes resultados ajustados de presión sonora, los cuales se compararon con los referentes de la resolución 0627 de 2006. Como se puede apreciar en la tabla 22, no se cumple con la norma pues los dB pasan de 65 en el diurno.

Tabla 22. Comparación de datos 2023 con los referentes de la resolución 0627 de 2006.

COMPARACIÓN DE DATOS 2023 CON LA RESOLUCIÓN 0627 DE 2006.			
Sector B. Tranquilidad y ruido Moderado			Día: 65 dB
			Noche: 55 dB
PLANTA	ZONA	(dB)	¿CUMPLE CON LA NORMA?
Sótano	Lab. Procesos de manufactura	71,27	NO
Sótano	Lab. Logística	72,92	NO
Sótano	Lab. Calidad	77,65	NO
Sótano	Zona de Est. Las Garzas	71,78	NO
Planta 1B	Cocina gastronomía	75,72	NO
Planta 1B	Zona verde	76,24	NO
Planta 1B	Entrada principal	84,24	NO
Planta 1B	Lobby	76,32	NO
Planta 2B	Zona de orientación universitaria	76,68	NO
Planta 2B	Pasillo 2B	75,61	NO
Planta 3B	Ciencias básicas	81,30	NO
Planta 3B	Pasillo 3B	74,83	NO
Planta 3B	Lab. Mecatrónica	74,94	NO
Planta 4B	Pasillo 4B	72,47	NO
Planta 5B	Zona de Est. 5B	75,24	NO
Planta 1D	Cafetería	82,05	NO
Planta 1D	Biblioteca	74,13	NO
Planta 2D	Zona rectoría	71,04	NO
Planta 2D	Facultad de contaduría	73,14	NO
Planta 3D	Laboratorio de fabricación digital	73,92	NO
Planta 3D	Lab electromecánica	78,86	NO
Planta 4D	Zona de Est. Interior	75,85	NO
Planta 5D	Zona de Est. 5D	76,33	NO

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados nos indican que en la jornada de la toma de datos en la Corporación Universitaria Unicomfauca se mantuvieron rangos de 71,04 dB a 84,24 dB, donde el 100 % de las zonas monitoreadas no cumplen con la norma. Por ende, es viable crear alternativas como capacitaciones de concientización en la comunidad académica y la elaboración de un prototipo de alerta acústica tipo semáforo.

Las cinco zonas que presentaron mayor presión sonora fueron:

Tabla 23. Zonas con mayor influencia acústica.

PLANTA	ZONA	dB
Planta 1B	Entrada principal	84,24
Planta 1D	Cafetería	82,05
Planta 3B	Ciencias básicas	81,3
Planta 3D	Lab electromecánica	78,86
Sótano	Lab. Calidad	77,65

Fuente: Elaboración propia

Uno de los principales factores que influye en la generación de ruido está dado por la comunicación de los estudiantes a largas distancias y grandes números de personas que frecuentan en estas zonas.

3.2 FASE 2- CUMPLIR CON LA RESOLUCIÓN 0312 DEL 2019 ESTÁNDARES MÍNIMOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST. (IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL FRENTE A PELIGROS/RIESGOS IDENTIFICADOS, MEDICIONES AMBIENTALES Y ESTILOS DE VIDA Y ENTORNO SALUDABLE.)

En el desarrollo de esta fase hace cumplimiento a la resolución 0312 del 2019, cumpliendo con los siguientes estándares:

- Identificación de peligros y evaluación y valoración de riesgos.
- Medidas de prevención y control frente a peligros/riesgos identificados.
- Mediciones ambientales.
- Estilos de vida y entorno saludable.

Para llevar a cabo este objetivo, se realizó una revisión del grado de cumplimiento de la Resolución 0312 de 2019 y de los estándares mínimos de mayor relevancia, para el desarrollo de este proyecto, encontrando que Unicomfacauca, da cumplimiento a los siguientes ítems:

- Cuenta con un sistema de archivo y retención documental para los registros y documentos que soportan el sistema de gestión de SST.

- Realiza anualmente la rendición de cuentas del desarrollo del sistema de Gestión de SST, que incluye todos los niveles de la empresa.
- Actualiza la Matriz de requisitos legales, que compila las normas de obligatorio cumplimiento a cumplir dentro del sistema general de riesgos laborales aplicables a Unicomfacauca.
- Dispone de un procedimiento para evaluar el impacto sobre la seguridad y salud en el trabajo que se pueda generar cambios internos o externos.
- Elabora y ejecuta un programa, que promueve entre los trabajadores, la implementación de estilo de vida y entornos de trabajo saludable, incluyendo campañas específicas tendientes a la prevención y control de condiciones inseguras, prevención de lesiones osteomusculares y cardiovasculares, manejo de sustancias sicoactivas, prevención del consumo de tabaco y alcohol entre otros.
- Medición de la accidentalidad de origen laboral, como mínimo una (1) vez al año y realizar la clasificación del origen del peligro/riesgo que los generó (físico, químicos, biológico, ergonómico o biomecánico, psicosocial, entre otros), identificando las causas, que generaron el accidente y estableciendo las medidas de control e intervención, para eliminar su ocurrencia.
- Realiza la identificación de peligros y evaluación y valoración de los riesgos y establecimiento de controles, con alcance sobre todos los subprocesos de la dinámica y el quehacer Institucional.
- Realiza mediciones ambientales de los riesgos prioritarios, provenientes de peligros químicos, físicos y/o biológicos.
- Realiza una auditoría anual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, coordinada y apoyada, desde el Sistema de Gestión de la Calidad de la Institución. [29]

El desarrollo de esta fase va enlazado con la primera, ya que se realiza la caracterización de las zonas con mayor influencia acústica de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, sede Popayán, Cauca. Dando cumplimiento a uno de los ítems de la resolución 0312 del 2019, implica la planeación y realización de las actividades correspondientes con el control de estos. Se realizan los procesos a base de las dos resoluciones la 0627 de 2006 y la 0312 del 2019.

El manejo interno de los principales factores de contaminación auditiva fue contemplado en la evaluación ambiental con el fin de tomar las medidas correctivas necesarias, cumpliendo así con la normativa ambiental vigente respecto a los procedimientos correspondidos para el control de ruido.

Los formatos aplicativos para la elaboración del diagnóstico e identificación de áreas con mayor confluencia sonora fueron diseñados teniendo en cuenta los criterios establecidos por la resolución nombrada anteriormente.

Identificación de áreas

Dentro de la identificación de áreas se partió principalmente de la observación y percepción del ruido generado, de acuerdo con ello se hicieron las mediciones requeridas en las zonas de mayor presencia de factores generadores de ruido.

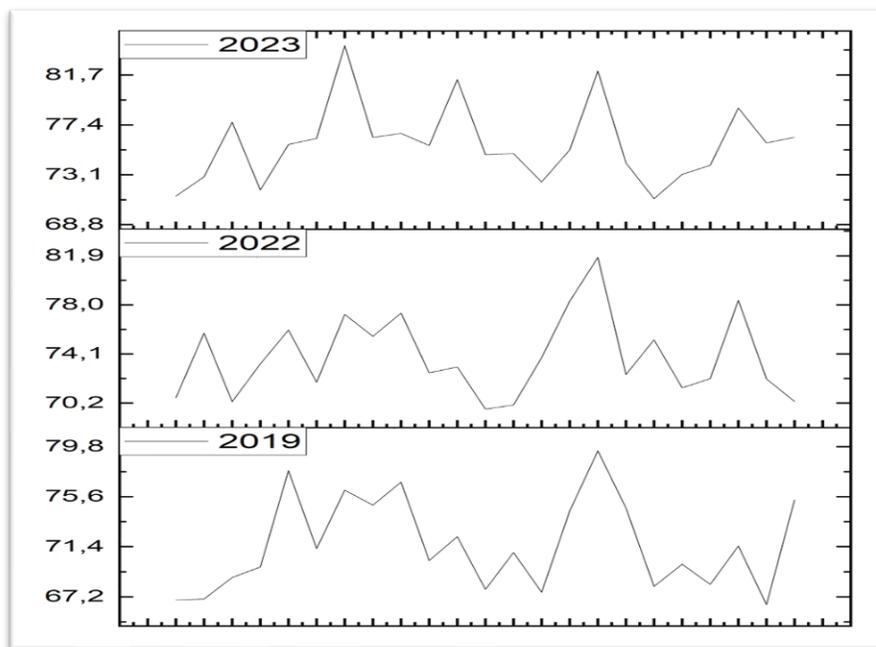
Así mismo, a continuación, se hará una breve descripción de las 10 áreas con mayor influencia acústica dentro de la Corporación Universitaria Comfacauca, sede Popayán, Cauca.

1. **Entrada principal:** En esta zona uno de los mayores factores de la contaminación auditiva es el tráfico y aglomeración de los estudiantes en las horas picos con frecuencia sonora de 84,24 dB.
2. **Cafetería:** Es una zona donde los estudiantes, docentes y administrativos toman su break y consumen alimentos con sus compañeros. Al ser una zona para compartir la aglomeración de estos mismos es el principal factor de generación de ruido adquiriendo un nivel de sonido de 82,05 dB en promedio.
3. **Ciencias básicas:** En esta área es de los docentes de ciencias donde los estudiantes van hacer consultas, recibir asesorías entre otras actividades siendo uno de los factores de mayor influencia acústica llegando a los 81,30 dB generados por estos mismos.
4. **Laboratorio electromecánica:** En esta zona cuando es utilizada por los estudiantes o docentes es una fuente de generación de ruido ya que al momento de utilizar las máquinas al realizar sus debidos procesos generan altos niveles de ruido hasta 77,65 dB.
5. **Laboratorio calidad:** En esta zona se dictan clases, es afectada con altos niveles de ruido ya que su ubicación se encuentra a pocos metros un parqueadero el cual en horas picos genera niveles de ruido muy altos, en las horas establecidas en la toma datos se pudo observar que tiene un promedio de ruido de 75,76 dB
6. **Zona de orientación universitaria:** Esta zona se ve afectada por el ruido del lobby y entrada principal debido a que esta área se encuentra cerca donde hay mayor flujo de estudiantes que es en la planta 1B con 76,68 dB
7. **Zona de Est. 5B:** Se ve afectada esa zona por altos niveles de ruido debido a que los estudiantes se reúnen a realizar sus trabajos o estudiar para sus parciales en esta zona, uno de los principales motivos que los estudiantes van a realizar estas actividades en esta zona es debido a que está cerca de la sala de profesores.
8. **Lobby:** Esta zona se ve afectada debido a que está ubicada en una parte
9. muy concurrida por los estudiantes, docentes, administrativos y visitantes de la corporación universitaria con un promedio de ruido de 76,33 dB.
10. **Zona verde:** Se tiene niveles de contaminación auditiva de 76,24 dB ya que esta zona se encuentra cerca de las cocinas de gastronomía y es un espacio abierto el cual los estudiantes realizan trabajos y simplemente se reúnen a compartir tiempo de calidad con sus compañeros.
11. **Zona de Est. interior 4D:** En los horarios que se realizó la toma de datos se pudo evidenciar que los estudiantes esperan a sus demás compañeros en esta área ya que se encuentra ubicada cerca a los salones generando en promedio una presión sonora de 75,85 dB.

Ilustración 31: Incremento por año de los niveles de ruido (dB) en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca.



Ilustración 32: Patrones de picos de ruido (dB) en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 13 lo que se presenta es la comparación del promedio de los datos tomados en los años 2019, 2022 y 2023, donde se puede observar como con el pasar del tiempo los niveles de ruido han aumentado, esto se debe a factores como lo son el incremento de estudiantes, es por ello que se puede determinar que para el año en curso existe un alto nivel de ruido en las instalaciones de la corporación universitaria, la comparación de estos datos también nos ayuda a tomar medidas preventivas para que en años futuros no se sigan presentando estos incrementos.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR

La Corporación Universitaria Comfacauca reconoce que el cumplimiento de este programa está a cargo del área de Seguridad y Salud en el Trabajo, pues esta es el reflejo de una adecuada preparación, instrucción y supervisión, ya que la universidad vela por sus estudiantes, docentes, administrativos y visitantes se encuentren en un ambiente agradable y no dañino para su salud.

Los temas serán supervisados por la encargada del área, la ingeniera Sandra Milena Arévalo Gutiérrez y con apoyo de la profesora Zuly Yuliana Delgado Espinosa y el profesor Carlos Andrés Rodríguez Peña que tiene previo conocimiento en el tema con el fin de implementar de forma global los criterios normativos que reglamenta la resolución, con el propósito de concientizar a la comunidad universitaria sobre los impactos a la salud y al medio ambiente proponiendo actividades de mejora continua.

La evaluación de impacto ambiental y evaluación ambiental tiene como uno de sus objetivos, la prevención de impactos ambientales, tanto a nivel de políticas, planes o programas como de proyectos. Con el propósito que la contaminación auditiva pase a ser un elemento condicionante del diseño y de la toma de decisiones más que un subproducto a corregir una vez implementada la resolución.

Para plantear las acciones y medidas de prevención se debe tener en cuenta el componente de capacitación y sensibilización, con el fin de concientizar y llegar a la mayor población integrante de la Corporación Universitaria Unicomfacauca.

Algunos de los diferentes canales de comunicación a implementarse, sería el uso redes sociales, también la inclusión de la temática de ruido, en las asignaturas del pensum del programa de Ingeniería Industrial, entre ellas: gestión ambiental, producción limpia y desarrollo sostenible, control total de calidad, gestión de mantenimiento y salud ocupacional, sistemas integrados de la gestión de la calidad, todo esto con el finalidad, de brindar herramientas de conocimiento para la implementación de diversas acciones específicas y paralelamente realizar cambios en las prácticas de cualquier tipo de cultura que contribuya al aumento de los niveles de ruido generando contaminación auditiva.

El objetivo de la prevención es reducir la emisión de cada una de las zonas identificadas, teniendo en cuenta las condiciones y límites permisibles que nos indica la Resolución 0627 de 2006.

Para el cumplimiento de este objetivo se sugiere implementar diferentes metodologías, con el personal administrativo, docentes y estudiantes, tales como:

- Fortalecimiento en la conciencia y participación de la comunidad universitaria en torno a la protección ambiental por medio de foros, mesas de trabajo, talleres y jornadas técnicas.
- Desarrollo de conocimientos en el tema de la contaminación acústica y los impactos generados en la salud de las personas y el medio ambiente.
- Liderar, participar y mantener un control de seguimiento para la gestión de la contaminación acústica en la Corporación Universitaria Unicomfacauca.
- Cultura ambiental.
- Utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación para compartir e intercambiar datos con relevancia sobre la contaminación acústica.

Efectos del ruido en la salud.

Los efectos producidos en las personas por causa del ruido son difíciles de cuantificar ya que los diferentes niveles de ruido y tolerancia varían en gran proporción en relación de una persona a otra. Siendo el ruido de los principales responsables de perturbar algunas actividades fundamentales para los seres humanos tales como: Interferencia en la comunicación oral, trastorno del sueño y reposo, salud mental y rendimiento en el trabajo y/o estudio entre otros, estos efectos se pueden reflejar como pérdida de la memoria, el enfoque en la solución de problemas y su resolución, su productividad y en la eficiencia al realizar sus actividades diarias aumentado la probabilidad de cometer errores. Incluso, pueden ser causa de accidentes. Sin embargo, la principal y más común consecuencia es la pérdida de audición, que genera graves problemas sociales y personales [30]. En algunos estudios se ha reportado que grandes cantidades de contaminación por ruido pueden causar problemas mentales en las personas. Este problema se debe al estrés y la falta de sueño ocasionados por el ruido, además de la ausencia de acción física, que causa que no haya consumo de energía. [31]

En el nivel mundial, la deficiencia auditiva es el riesgo ocupacional irreversible más frecuente y se calcula que 120 millones de personas tienen problemas auditivos. En países en desarrollo, no sólo el ruido ocupacional sino también el ruido ambiental es un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva [32]. El daño en la audición también se debe a problemas de salud que algunas personas no las han desarrollado hasta que comienzan a estar en lugar con altos niveles de ruido, golpes en la cabeza, accidentes y factores hereditarios, también se debe algunos productos químicos industriales, medicamentos ototóxicos. El deterioro de la audición también se debe a la edad ya que se va perdiendo la audición al transcurrir de los años.

La exposición a altos niveles de ruido puede tener repercusiones en la salud de las personas que están expuestas, generando malestares y enfermedades, pero el de mayor frecuencia es la pérdida de audición, lo cual si no se trata a tiempo y se continúa expuesto a los altos niveles de ruido la pérdida de audición es irreversible. Cuando la causa es una por exposición crónica a ruidos de no tan alta intensidad, se denomina “hipoacusia neurosensorial” [33]. generalmente esta viene acompañada por los efectos de la enfermedad Acúfenos, la cual consiste en la sensación de timbres, zumbidos, pitidos en el oído.

Tabla 24. Grado de hipoacusia y repercusiones en la comunicación.

Grado de hipoacusia	Umbral de audición (dB)	Déficit auditivo
Audición normal	0 - 25	
Hipoacusia leve	25 - 40	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia
Hipoacusia moderada	40 - 55	Conversación posible a 1 o 1,5 metros
Hipoacusia marcada	55 - 70	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70 - 90	Voz alta y a 30 cm
Hipoacusia profunda	> 90	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación

Fuente: Efectos fisiológicos del ruido

Es por ello que las enfermedades causadas por la contaminación auditiva se pueden clasificar en cuatro diferentes tipos:

- **Enfermedades psíquicas:** Es un trastorno de estrés, alteraciones del sueño, problemas de atención, concentración o rendimiento
- **Enfermedades fisiológicas:** Alteraciones en el metabolismo, funcionamiento correcto del cuerpo, dificultad de la agudeza visual, aumento o disminución de la frecuencia respiratoria
- **Enfermedades sociológicas:** Alteraciones en la comunicación. En varios casos las personas pierden la audición progresivamente. Las cuales no se sienten bien consigo mismos alejándose de las personas cercanas ya que no se sienten en un ambiente cómodo para ellos, muchas veces al no poder escuchar con claridad y poder establecer una conversación con fluidez.
- **Enfermedades trastorno de articulación témporo-mandibular:** Alteraciones en articulares y músculos mandibulares siendo producto del estrés o ruidos muy fuertes [39].

La siguiente tabla resume los efectos sobre la salud y un nivel orientativo a partir del cual se puede producir, según la OMS [34].

Tabla 25. Efectos en la salud.

Entorno	Nivel de sonido (dB)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 - 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividad de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Fuente: Organización Mundial de la Salud

Debe advertirse que la ausencia de ruido también afecta a las personas a nivel mental, dado a que el organismo necesita cierta cantidad de ruido para mantenerse sano. Se puede observar en la tabla 26 los niveles de presión sonora y el tiempo de exposición en el cual ya hay efectos dañinos en la salud del individuo.

Tabla 26. Equivalencias a una dosis de ruido.

Presión sonora (dB)	Tiempo para 1 dosis de ruido
85	8 hrs
88	4 hrs
91	2 hrs
94	1 hrs
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	3,75 min

Fuente: Noisess

Ruido y consecuencias en las aulas.

Este problema es muy frecuente encontrarlo y tiene fuertes repercusiones en los estudiantes y profesores, diversos estudios aseguran que al estar expuestos a altos niveles de ruido trae consigo graves consecuencias entorpeciendo el proceso de enseñanza dado a que afecta la concentración, aprendizaje y comprensión de los estudiantes.

La contaminación atmosférica no es la única que tiene efectos perjudiciales para los seres vivos del planeta. La contaminación acústica, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es uno de los factores ambientales que provoca más problemas de salud [35].

El lugar donde se llevan a cabo las clases debe tener una buena iluminación, condiciones óptimas a nivel de ruido, ventilación adecuada, entre otras que son de gran importancia para un buen desempeño no solo para los estudiantes, sino que también para los docentes. Muchos profesores describen que el ruido es un problema extremo al momento de enseñar.

Hay que tener en cuenta que los factores de iluminación, ventilación y ruido deben estar en equilibrio para poder brindar una mejor educación. En relación con la ventilación y el ruido conlleva a diversos inconvenientes ya que al abrir ventanas o puertas aumenta la contaminación auditiva.

La relación del ruido en las aulas de clase, se puede evidenciar gran dificultad para comunicarse siendo un factor de riesgo debido a que al realizar prácticas en los diversos laboratorios que cuenta la universidad se generan altos niveles de ruido producidos por las máquinas dificultando la comunicación teniendo efecto secundario en los estudiantes tales como no escuchar órdenes, advertencias, instrucciones entre otras, generando en los estudiantes y docentes estrés, irritabilidad, agresividad. Otro efecto que conlleva al estar en ambientes contaminantes es el rendimiento y memoria de los estudiantes siendo los principales afectados.

La contaminación auditiva puede proceder de diferentes fuentes como se mencionan a continuación: Tráfico vehicular, obras de construcción dentro o fuera de la universidad, restaurantes/cafeterías entre otros.

Tabla 27. Grado de deterioro de la audición.

Grado 0 Ninguno	25 dB 0 <	No / problemas leves Escucha susurros
Grado 1 Leve	26 - 40 dB	Escucha / repite palabras con voz normal a 1 m
Grado 2 Moderado	Niños 31 - 60 dB Adultos 41 - 60 dB	Escucha / repite palabras con voz normal a 1 m

**Alteración
auditiva
inhabilitante**

Grado 3 Severo	61 - 80 dB	Escucha palabras gritadas en el mejor oído
Grado 4 Profundo	81 dB o >	No puede escuchar o comprender voz gritada

Fuente: Smith, A. (2007).

Un nivel sonoro se considera peligroso cuando la comunidad no es posible (el deterioro auditivo también se considera posible sin ningún cambio significativo en el cambio umbral audio métrico) y puede causar:

- Tinnitus continuo a
- Incapacidad para localizar sonidos
- Distorsión de los sonidos
- Asincronía en la información inusualmente sensible a sonidos altos [36].

La OMS indica que más de 1000 millones de personas de edades comprendidas entre los 12 y los 35 años corren el riesgo de perder la audición debido a la exposición prolongada y excesiva a música fuerte y otros sonidos recreativos, lo que puede acarrear consecuencias devastadoras para su salud física y mental, educación y perspectivas de empleo [37].

En la Norma mundial para la escucha segura en lugares y eventos de entretenimiento se subrayan seis recomendaciones para velar por que dichos lugares y eventos limiten el riesgo de pérdida de audición entre sus clientes sin perder por ello la alta calidad del sonido y que la experiencia deje de ser agradable. Son las seis recomendaciones siguientes:

1. Un nivel sonoro medio máximo de 100 dB.
2. Seguimiento y registro constante de los niveles sonoros con equipos calibrados por personal designado a tal efecto.
3. Optimización de la acústica y los sistemas de sonido de la sala para garantizar una calidad de sonido agradable y una escucha segura.
4. Entrega al público de protección auditiva personal, junto con instrucciones de uso.
5. Acceso a zonas silenciosas para que los oídos descansen y disminuir el riesgo de daño auditivo; y formación de los trabajadores y distribución de información entre ellos.

La pérdida de audición debido a los sonidos fuertes es permanente se pueden prevenirse. La exposición a sonidos fuertes provoca pérdida temporal de la audición o tinnitus. Ahora bien, la exposición prolongada o repetida puede dar lugar a daños

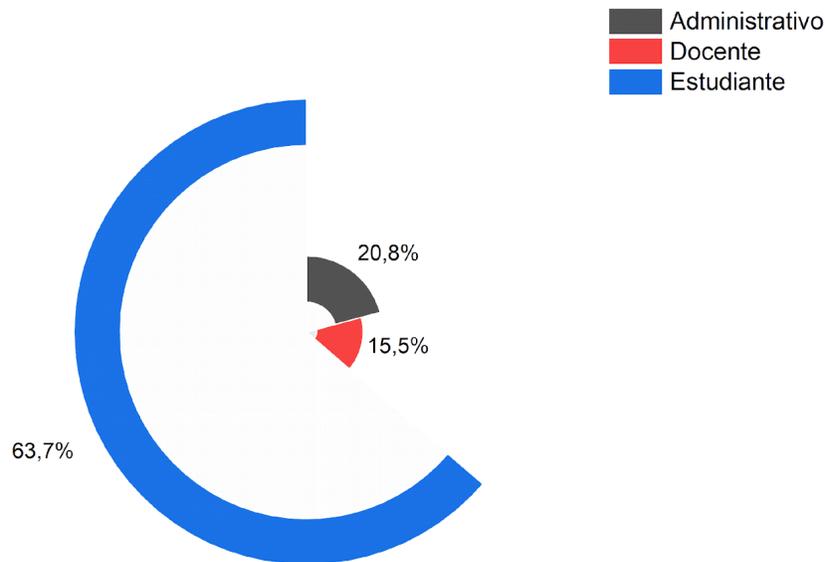
auditivos permanentes, que desembocan en una pérdida irreversible de la audición. Los jóvenes pueden proteger mejor su audición:

- Manteniendo el volumen bajo en los dispositivos de audio personales
- Utilizando auriculares/cascos bien ajustados y, de ser posible, con cancelación de ruido
- Utilizando tapones para los oídos en lugares ruidosos
- Efectuando con regularidad reconocimientos de la audición [37].

Dentro del desarrollo de la metodología planteada desde un principio se realizó una encuesta la cual brindara información acerca de las diferentes percepciones que tiene la comunidad académica en cuanto al temas de la contaminación auditiva en la aplicación de esta encuesta de percepción se contó con la colaboración del área de Seguridad y Salud en el Trabajo con el fin de tener un mayor alcance, la encuesta realizada consta de 10 preguntas con las cuales tienen el propósito de conocer la opinión de la comunidad de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca sobre la contaminación auditiva y así mismo poder sugerir posibles soluciones para los problemas que la misma comunidad considera que pueden afectar su estadía en la universidad.

Análisis de respuestas de la encuesta

Ilustración 33: ¿Qué rol desempeña dentro de la universidad?

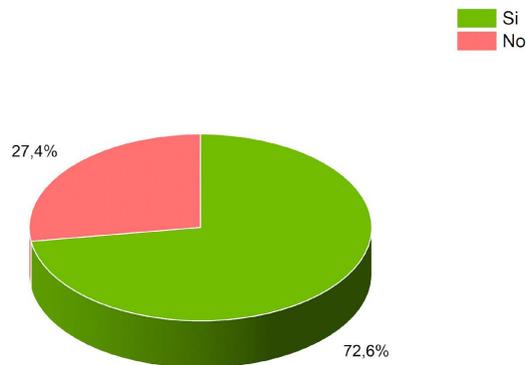


Fuente: Elaboración propia

La encuesta realizada se lanzó para alrededor de las 3155 personas que conforman la comunidad académica de la corporación, de acuerdo con ello esta tuvo un alcance de

168 personas, de los cuales el 20,83% corresponde a los administrativos es decir un total de 35 respuestas, el 15,48% fueron docentes con un total de 26 respuestas y el 63,69% fueron estudiantes con 107 respuestas, en lo cual se puede observar que existe una gran cantidad de estudiantes interesados en el tema.

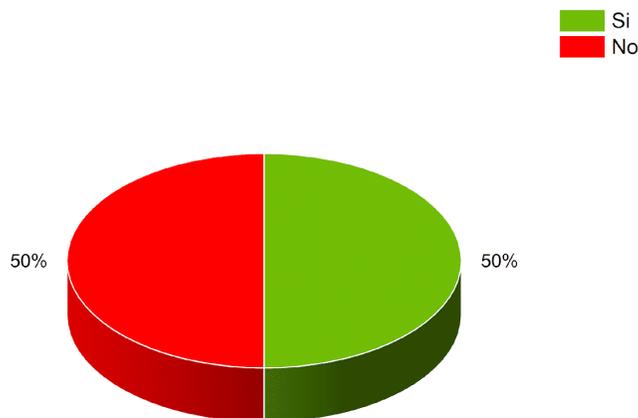
Ilustración 34: ¿Sabía usted las consecuencias que tiene en su salud estar en un ambiente con altos niveles de ruido?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta número 2 se pregunta la comunidad si saben o conocen acerca de los problemas de salud que se pueden presentar por estar expuestos a altos niveles de ruido por un largo tiempo, es por ello que para el 72,6% de las personas encuestadas respondieron que sí tienen conocimiento de las consecuencias en su salud que se generen al estar en un ambiente con altos niveles de ruido, mientras que el 27,4% no tienen conocimiento sobre estos problemas de salud generados.

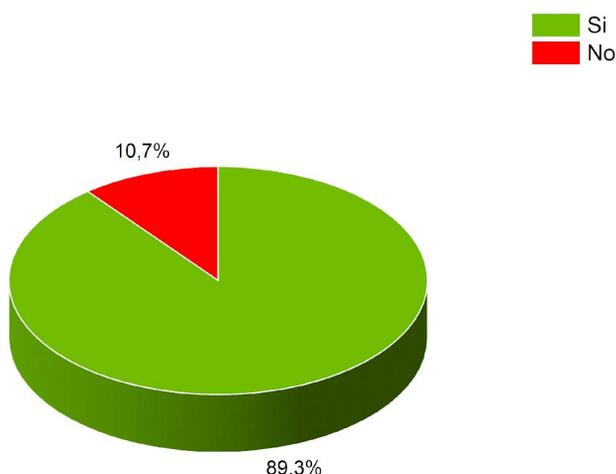
Ilustración 35: ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en la universidad?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta 3 se quería saber con claridad que cantidad de las personas encuestadas se sentían afectadas de alguna manera por el ruido generado en la universidad en los resultados obtenidos se encontró que el 50% de los encuestados consideran que no se han sentido afectados por el ruido que presenta la universidad y el otro 50% consientan que si han tenido problemas en su salud por el ruido en su actividad laboral o académica, esto se pude dar por que los lugares donde se estudia o trabaja no está directamente afectada por los altos niveles de ruido.

Ilustración 36: ¿Cree que la contaminación auditiva puede afectar su actividad académica o laboral?



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta 4 se pretende conocer la percepción en cuanto se de alguna u otra forma la comunidad siente que los altos niveles de ruido pueden afectar el desempeño académico o laboral, para lo cual se obtuvo el resultado que el 10,7% considera que no se ven afectados en su actividad laboral o académica por la contaminación, auditiva en cambio el 89,3% consideran que los altos niveles de ruidos afectan su rendimiento académico o laboral.

Tabla 28. Síntomas presentados.

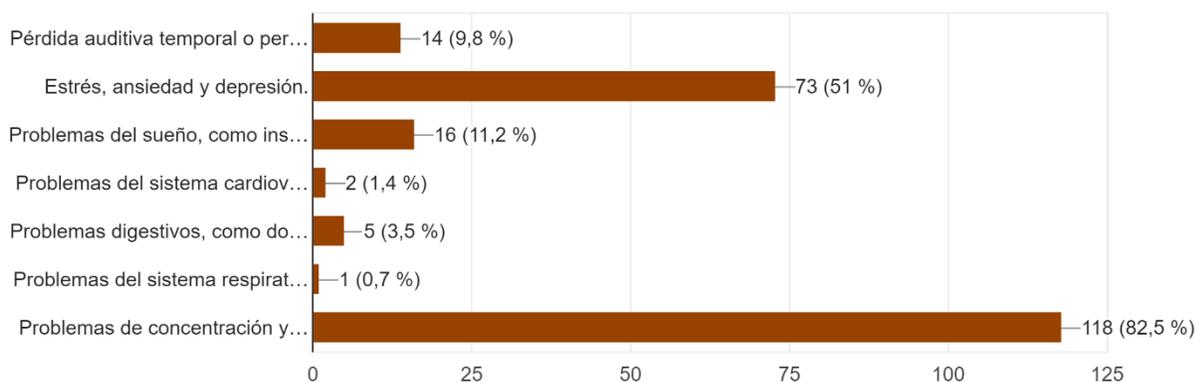
Si su respuesta fue positiva, indique cuál de los siguientes síntomas ha presentado:	
Pérdida auditiva temporal o permanente	14
Estrés, ansiedad y depresión	73
Problemas del sueño, como insomnio	16
Problemas del sistema cardiovascular, como aumento de la presión arterial y riesgo de ataques al corazón.	2

Problemas del sistema respiratorio, como dificultad para respirar	1
Problemas de concentración y memoria	118

Ilustración 37: Síntomas presentados

Si su respuesta fue positiva, indique cuál de los siguientes síntomas ha presentado:

143 respuestas



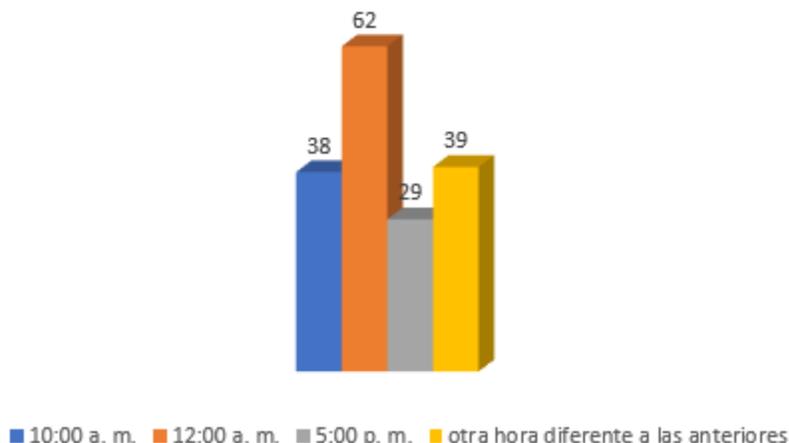
Fuente: Elaboración propia

Continuando desde la pregunta anterior, se solicitó a los participantes que, en caso de una respuesta afirmativa, seleccionaran los síntomas que habían experimentado al estar expuestos a niveles elevados de ruido. Entre los síntomas más prevalentes que las personas suelen presentar debido a la contaminación auditiva en la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca, destacan los siguientes:

- El 82,5% reportó problemas de concentración y memoria.
- Un 51% señaló sentir estrés, ansiedad y depresión.
- Un 11,2% mencionó dificultades en el sueño, como el insomnio.
- Un 9,8% indicó haber experimentado pérdida auditiva temporal o permanente.

Estos síntomas recurrentes en la comunidad universitaria tienen un impacto negativo en la salud y también afectan el rendimiento en el ámbito laboral o académico. La presencia de estos síntomas impide que los individuos puedan desempeñar sus actividades con la eficacia deseada, ya que el entorno no brinda las condiciones ideales para alcanzar su máximo potencial en cada tarea realizada.

Ilustración 38: ¿En qué horario considera que Se presenta mayor contaminación auditiva?



Fuente: Elaboración propia

La percepción de los horarios en los que se presenta mayor contaminación por ruido es muy subjetiva, dado que esta encuesta se planteó par la jornada diurna de la corporación se obtuvo que el 36,9% de los encuestados consideran que hay mayor contaminación auditiva entre la franja horaria del mediodía (12:00 pm) esto se debe a que muchas personas se aglomeran en diferentes zonas de la universidad, puesto que salen de sus actividades académicas o laborales, por otra parte, el 22,6% consideran que a las 10:00 am se presenta mayor ruido, el 17,3% a las 5:00 pm y el 23,2% respondieron que hay otras horas del día presentan mayor contaminación.

Tabla 29. Percepción de zona horaria.

Si su respuesta fue otra diferente a las anteriores escriba en qué hora considera que hay mayor ruido
6:00 p. m.
7:00 p. m.
8:00 p. m.

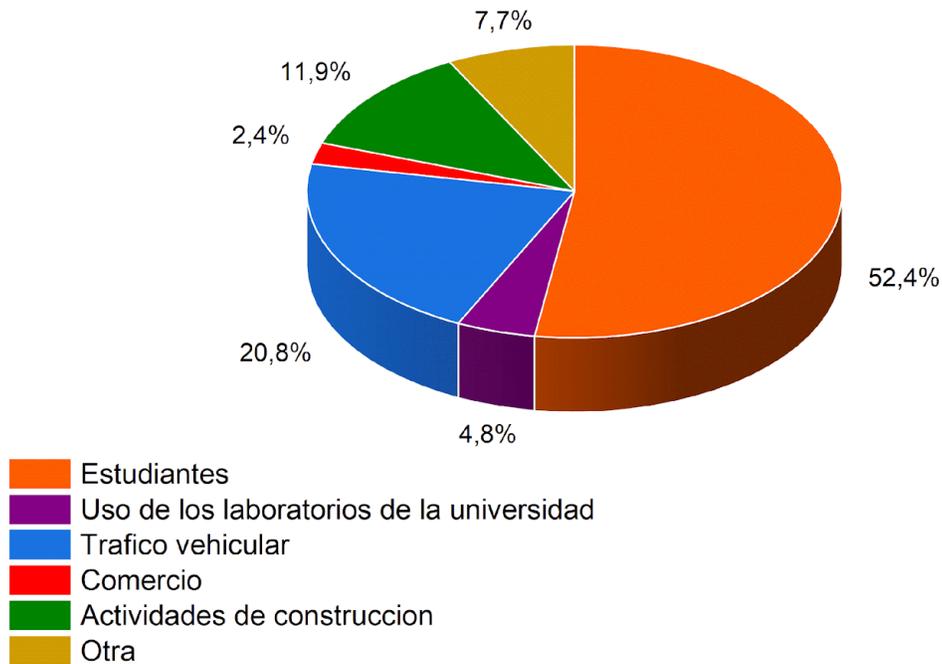
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la respuesta de las personas se pudo deducir que aparte de las horas establecidas en la que se realizaron la toma de datos hay otras horas con mayor contaminación auditiva tales como:

- 6 pm
- 7 pm
- 8 pm

Con esto se puede deducir que en la jornada nocturna también se presentan altos niveles de ruido en la universidad.

Ilustración 39: ¿Cuáles considera usted que son la mayor fuente de ruido en la universidad?



Fuente: Elaboración propia

Para la pregunta número 8 se pretende conocer cuáles consideraban que eran las mayores fuentes de contaminación dentro de las instalaciones de la universidad para los integrantes de ésta, con respecto a las respuestas se obtuvo que el 52,4% de los encuestados consideran que los estudiantes son la mayor fuente de contaminación auditiva y el 20,8% consideran que la fuente de ruido es el tráfico siendo estos dos los principales motivos para que se presente una mayor presión sonora dentro de la universidad y el 7,7% respondieron que hay otras fuentes de ruido que generan contaminación auditiva.

Tabla 30. Percepción de fuentes de ruido.

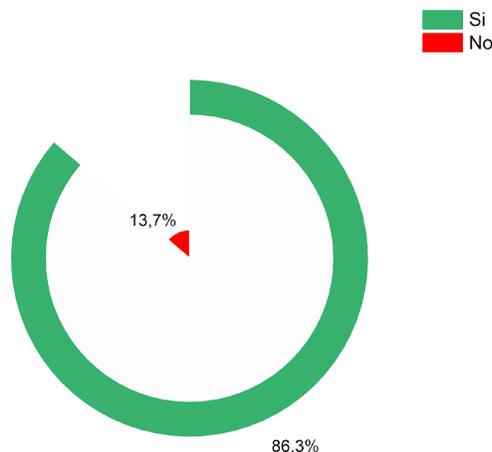
Si su respuesta fue otra, escriba que actividad considera que es una fuente de ruido en la universidad
Secadores de manos
Parqueadero

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, las personas que respondieron que otra fuente de ruido existente dentro de las instalaciones de la universidad y que se logró identificar gracias a la encuesta fueron:

- **Los secadores de manos:** los cuales están presentes en algunos pisos de la torre b, estos generan molestias dado a que el ruido que generan es demasiado alto y es molesto cuando se recibe clase en las aulas cercanas.
- **Parqueadero:** Es una zona que presenta altos niveles de ruido en gran parte de día, aunque en algunas franjas horarias es mucho mayor, el ruido generado en este afecta directamente a los laboratorios de manufactura, calidad y logística, además de la zona de estudio las garzas, lo cual hace que no se puedan dictar las clases de manera correcta, del mismo modo no se logre tener una concentración plena en la zona de estudio.

Ilustración 40: ¿Cree usted que la implementación de un dispositivo de alerta acústica beneficie a la corporación universitaria ComfacaUCA UnicomfacaUCA para tener un mayor control en los niveles de ruido?



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se les preguntó a los encuestados que, si la implementación de un prototipo de alerta acústica puede ayudar a controlar y disminuir el problema de contaminación

acústica que se generan en las instalaciones de la corporación universitaria, el cual se obtuvo que el 86,3% de los encuestados consideran que la implementación de un prototipo de este calibre puede ayudar a controlar este tipo de contaminación manera que el 13,7% no consideran que este traiga algún beneficio.

3.3 FASE 3 ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE ALERTA ACÚSTICA.

Para el desarrollo de la fase 3 del trabajo el cual, se basó principalmente en el desarrollo del prototipo de alerta acústica tipo semáforo, primeramente, se empezó con una revisión de literatura, como resultado de este ejercicio se obtuvieron unas bases necesarias, para lograr ejecutar un buen prototipo que cumpla con las especificaciones básicas de lo que se quiere lograr.

Para el desarrollo del prototipo de alerta acústica se utilizaron diferentes componentes de hardware y software, los cuales hicieron que la ejecución del prototipo se lograra con una mayor efectividad, de ahí que dentro de estas herramientas se presenten a continuación:

Componentes de hardware:

- **Arduino mega 2560:**

El Arduino mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el AT mega 2560 (cita), esta placa forma parte de la familia de placas Arduino y está diseñada para proyectos que requieren más pines de entrada y salida (e/s), más memoria de croquis y más RAM en comparación con otras placas. [1]

Este tipo de placa presenta las siguientes características:

- ✓ **Microcontrolador:** El microcontrolador ATmega 2560 es el corazón del Arduino mega 2560
- ✓ **Pines de E/S digitales:** El Arduino Mega 2560 tiene un total de 54 pines de E/S digitales, que se pueden configurar como entradas o salidas. Estos pines se pueden usar para conectar varios componentes externos, como sensores, actuadores, pantallas y más.
- ✓ **Entradas analógicas:** El Arduino Mega 2560 tiene 16 pines de entrada analógica, etiquetados de A0 a A15. Estos pines se pueden usar para leer voltajes analógicos de sensores u otros dispositivos analógicos.
- ✓ **Comunicación en serie:** La placa admite múltiples interfaces de comunicación en serie, incluidas UART (receptor-transmisor asíncrono

universal), SPI (interfaz periférica en serie) e I2C (circuito interintegrado). Esto permite que Arduino Mega 2560 se comunique con otros dispositivos, como otros microcontroladores, sensores o pantallas.

- ✓ **Interfaz USB:** El Arduino Mega 2560 se puede conectar a una computadora u otros dispositivos a través de una conexión USB. Esto permite la programación de la placa y la comunicación serial con la computadora.
- ✓ **Fuente de alimentación:** La placa se puede alimentar a través de una conexión USB o una fuente de alimentación externa. El rango de voltaje de entrada recomendado es de 7 a 12 voltios.

El Arduino Mega 2560 se usa ampliamente en varios proyectos que requieren una gran cantidad de pines de E/S, como robótica, domótica y registro de datos. Es compatible con el lenguaje de programación Arduino y el entorno de desarrollo Arduino, por lo que es fácil de programar e integrar en proyectos.[41]

Ilustración 41:Arduino mega 2560.



Fuente: Arduino Official Store

- **Pantalla lcd 16X2:**

El display LCD 16x2 es ideal para utilizarse como dispositivo de salida e interfaz de usuario en proyectos con Arduino, Raspberry Pi y otros microcontroladores. Es compatible con el juego de comandos estándar del controlador HD44780 en el que se basan la mayoría de los displays de este tipo y permite visualizar hasta 2 líneas de texto de 16 caracteres cada una.

El chip controlador de esta pantalla es extremadamente común y el código necesario se encuentra disponible libremente en internet. Se puede utilizar fácilmente con cualquier microcontrolador que tenga al menos 6 pines disponibles, ya que para su conexión se utiliza un bus paralelo de 4 u 8 bits y al menos dos señales de control.

En Arduino podemos utilizarla sin necesidad de instalar software adicional gracias a la librería LiquidCrystal y en general la mayoría de las plataformas cuentan con alguna librería o biblioteca de software para manejar este tipo de displays [42].

Ilustración 42: Pantalla lcd 16x2.



Fuente: Geek Factory

- **Sensor de micrófono ky-038.**

El sensor de micrófono KY-038 es un módulo utilizado para detectar sonidos y convertirlos en señales eléctricas. Este módulo consta de un micrófono de condensador electret y un circuito de amplificación.

El micrófono de condensador electret es sensible a las ondas sonoras y produce una señal de marcación proporcional a la intensidad del sonido captado. Esta señal se amplifica utilizando un circuito de amplificación.

El módulo KY-038 tiene una salida digital que actúa como un comparador [1]. Si el sonido captado por el micrófono supera un cierto umbral predefinido [1], la salida digital se activa, emitiendo una señal lógica alta. De lo contrario, la salida digital permanece en estado bajo.

El sensor de micrófono KY-038 se puede utilizar en proyectos de detección de sonido, como sistemas de alarma, control de sonido ambiente, detección de aplausos de manos y muchas otras aplicaciones. [43]

Ilustración 43: Sensor de micrófono ky-038



Fuente: Prometec

- Modelo: **KY-038**.
- Voltaje de funcionamiento: 5V DC.
- Distancia máxima de inducción: 0.5 metros.
- Chip principal: LM393.
- **Micrófono:** Electret.
- Gama de frecuencias: 100 – 10.000 Hz.
- Sensibilidad: $-46 \pm 2,0$, (0dB = 1V / Pa) a 1K Hz.
- La sensibilidad mínima a ruido: 58 dB.

- **Módulo de semáforo led**

Un módulo de semáforo LED es un dispositivo que permite crear proyectos electrónicos para simular un semáforo. Estos módulos están compuestos por luces LED de diferentes colores (rojo, amarillo y verde) y generalmente incluyen resistencias para limitar la corriente que pasa a través de los LED.

Los módulos de semáforo LED son muy versátiles y fáciles de usar. Pueden ser utilizados en proyectos de señalización, control de tráfico, simulaciones de semáforos, juegos interactivos y más. Los LED de diferentes colores se pueden activar y desactivar de acuerdo con una secuencia predefinida para simular el funcionamiento de un semáforo real.

Estos módulos suelen ser compatibles con microcontroladores como Arduino, lo que permite controlar los LED utilizando la programación. Además, algunos módulos de semáforo LED también incluyen funciones como parpadeo, temporizadores ajustables y detección de sensores externos para mayor versatilidad en los proyectos [44].

Ilustración 44: Módulo de semáforo led.



Fuente: Mactronica

Software

- **Arduino IDE:**

Arduino IDE (Entorno de desarrollo integrado) es una aplicación de software que le permite escribir, compilar y cargar código en placas Arduino. Es la principal herramienta de programación utilizada para los proyectos de Arduino. Esta proporciona una interfaz fácil de usar y un lenguaje de programación simplificado basado en C/C++. Incluye un editor de texto para escribir código, un compilador para convertir el código en lenguaje de máquina y un gestor de arranque para cargar el código compilado en la placa Arduino. [45]

Con Arduino IDE, puede escribir código fácilmente para controlar los diversos componentes conectados a su placa Arduino, como sensores, actuadores y pantallas. Proporciona una amplia gama de bibliotecas y funciones integradas que facilitan la interacción con estos componentes. En resumen, Arduino IDE es una aplicación de software que le permite escribir y cargar código en placas Arduino, lo que facilita la creación y programación de proyectos Arduino.

- **Proteus:**

Proteus es un conjunto de herramientas de software ampliamente utilizado para la automatización del diseño electrónico (EDA), específicamente para el diseño de PCB (placa de circuito impreso) y la simulación de circuitos. Está desarrollado por Labcenter Electronics. [46]

Proteus proporciona una gama de características que incluyen captura esquemática, capacidades de simulación avanzadas, enrutamiento automático de PCB e integración con software de CAD mecánico (MCAD). Es comúnmente utilizado por ingenieros, estudiantes y aficionados para diseñar y probar circuitos electrónicos. Una de las características clave de Proteus es su simulación de circuito de modo mixto SPICE

(Programa de simulación con énfasis en circuitos integrados). Esto permite a los usuarios simular y analizar el comportamiento de los circuitos electrónicos antes de construirlos. Proteus también es compatible con la simulación rápida de microcontroladores, lo que lo hace adecuado para desarrollar y probar sistemas integrados. [46]

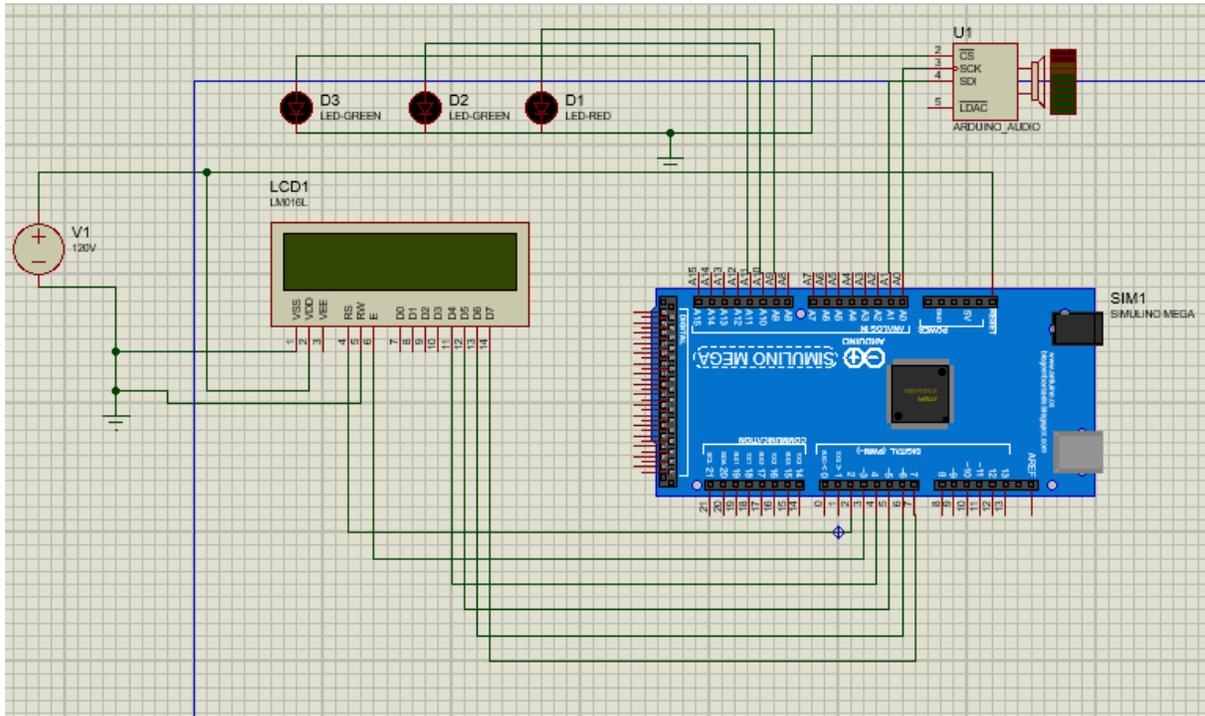
Proteus se usa ampliamente en instituciones educativas, incluidas escuelas secundarias, colegios y universidades, ya que proporciona una plataforma integral para enseñar y aprender sobre electrónica y diseño de circuitos. Tiene una extensa biblioteca de componentes y modelos, lo que facilita el diseño y la simulación de circuitos complejos. Además, Proteus ofrece recursos como tutoriales, folletos y utilidades para ayudar a los usuarios a comenzar y maximizar el uso del software. [46]

Vale la pena señalar que Proteus es una herramienta de software patentada y puede requerir una licencia para tener acceso completo a todas sus funciones. Puede visitar el sitio web oficial de Proteus para obtener más información sobre el software, descargar una versión de prueba o comprar una licencia. [46]

Conexión de componentes y desarrollo de código.

Para la conexión de los diferentes componentes se partió primeramente de realizar las diferentes simulaciones en el software Proteus, en esta se modelaron y conectaron los diferentes componentes anteriormente mencionados, lo cual brindo las primeras bases de lo que iba a ser el prototipo de alerta acústica tipo semáforo

Ilustración 45: Circuito Proteus.



Fuente: Elaboración propia.

En las anteriores Ilustración 45, se presenta los planos de conexión obtenidos en Proteus, en ellas se especificas las conexiones analógicas y digitales que se deben hacer para que el prototipo tenga un buen funcionamiento.

Después de obtener en claro los componentes que se iban a utilizar en el desarrollo del prototipo y las conexiones que estos tendrían, se empezó con la realización e investigación del código fuente, el cual iba a ser cargado en la placa Arduino, a continuación, se muestran las algunas imágenes del código.

Ilustración 46: Código Arduino.

```
1
2 #include <Wire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5 const int PinoSensor = A0;
6 const int PinoDigital = 0;
7 const int redLedPin = 9;
8 const int yellowLedPin = 10;
9 const int greenLedPin = 11;
10
11 int ValorSensor = 0;
12 int valorMaior = 0;
13 float tensao = 0;
14 int dB = 0;
15 int cont = 0;
16
17 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 16, 2);
18
19 void setup()
20 {
21   Serial.begin(9600);
22   pinMode(0, INPUT);
23   pinMode(redLedPin, OUTPUT);
24   pinMode(yellowLedPin, OUTPUT);
25   pinMode(greenLedPin, OUTPUT);
26
27   lcd.init(); // Inicializamos el LCD I2C
28   lcd.backlight(); // Encendemos la retroiluminación
29   lcd.begin(16, 2); // Inicializa el LCD
30   lcd.clear(); // Limpiamos el LCD
31 }
32
33 void loop()
34 {
35   lcd.setCursor(3, 1);
36   while (cont < 10000)
37   {
38     ValorSensor = analogRead(PinoSensor);
39     if (ValorSensor > valorMaior)
40     {
41       valorMaior = ValorSensor;
42     }
43     cont++;
44   }
45   cont = 0;
46   tensao = valorMaior / 1023.0 * 4.53;
47   dB = 87.1 * tensao - 75.4;
48
49   if (dB < 0)
50     dB = 0;
51
52   lcd.setCursor(0, 0);
53   lcd.print("Intensidad:");
54   lcd.print(dB);
55   lcd.print("dB");
56
57   if (dB < 31) {
58     lcd.setCursor(0, 1);
59     lcd.print("Ruido bajo ");
60     digitalWrite(greenLedPin, HIGH);
61     digitalWrite(yellowLedPin, LOW);
62     digitalWrite(redLedPin, LOW);
63   } else if (dB >= 31 && dB <= 59) {
64     lcd.setCursor(0, 1);
65     lcd.print("Ruido moderado ");
66     digitalWrite(greenLedPin, LOW);
67     digitalWrite(yellowLedPin, HIGH);
68     digitalWrite(redLedPin, LOW);
69   } else {
70     lcd.setCursor(0, 1);
71     lcd.print("Ruido alto ");
72     digitalWrite(greenLedPin, LOW);
73     digitalWrite(yellowLedPin, LOW);
74     digitalWrite(redLedPin, HIGH);
75   }
76   valorMaior = 0;
77   delay(100);
78 }
79
```

Fuente: Elaboración propia

El código parte de inclusión de las librerías necesarias para la pantalla de salida, seguidamente se declararon las variables que iban a guardar los datos obtenidos por el micrófono, además de declarar los pines a los cuales estarían conectados cada uno de ellos, esto con la ayuda del plano de conexiones anteriormente hallado.

Después de ello lo que se hizo fue empezar a ejecutar las restricciones que el código llevaría esto de acuerdo a la resolución 0627 de 2006, esto para delimitar los rangos de niveles de ruido permitidos y con ello encender de manera automática el color del semáforo correspondiente

3.4 FASE 4: SOCIALIZACIÓN.

Un aspecto fundamental en el avance de esta investigación radica en la necesidad de difundir los resultados entre la comunidad académica. Esta divulgación adquiere una importancia destacada, ya que tiene como objetivo fomentar una mayor conciencia acerca de los efectos perjudiciales que la exposición continua a niveles elevados de ruido

puede tener para la salud. A través de la comunicación y el análisis de los hallazgos, se aspira a proporcionar una comprensión más profunda de los riesgos asociados con la contaminación auditiva persistente.

Al compartir los datos recopilados y los patrones identificados, se busca instaurar un diálogo informado y reflexivo en la comunidad académica. Esta toma de conciencia puede tener un impacto positivo al promover cambios en la percepción y el comportamiento frente al ruido ambiental. Además, esta iniciativa puede impulsar la adopción de medidas preventivas y correctivas, orientadas a crear un entorno más saludable y propicio para el aprendizaje y el desempeño óptimo en actividades académicas y laborales.

En última instancia, la divulgación de los resultados no solo tiene el propósito de educar sobre los riesgos de la contaminación auditiva, sino también de inspirar un cambio cultural en la comunidad universitaria, donde se valore y priorice la salud auditiva y el bienestar de todos los miembros.

A continuación, se presenta la evidencia de la socialización llevada a cabo.

Se participó en el **“XI Encuentro Regional de Semilleros de Investigación – VII Encuentro Internacional de Grupos y Semilleros de Investigación”** el cual se llevó a cabo en la ciudad de Palmira, se tuvo participación en el evento realizado por la Corporación Universitaria Confacauca llamado Poster – Fest del programa de Ingeniería Industrial que realizó la Corporación Universitaria Confacauca Popayán - Cauca, se participó en el 4to congreso de salud y seguridad en el trabajo que se llevó a cabo en el centro de convenciones casa de la moneda en la ciudad de Popayán y por último se realizó la socialización del trabajo realizado con los Integrantes del COPASST - CONVIVENCIA LABORAL - BRIGADA DE EMERGENCIAS de la Corporación Universitaria Comfacauca Unicomfacauca con la colaboración de la ingeniera ingeniera Sandra Milena Arévalo Gutiérrez. Logrando socializar el trabajo realizado en diferentes eventos y ciudades en el transcurso del desarrollo del proyecto.

Ilustración 47: Participación en el Encuentro Regional de Semilleros de Investigación – VII Encuentro Internacional de Grupos y Semilleros de Investigación.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48: Participación en el evento Poster – Fest del programa de Ingeniería Industrial Popayán, Cauca.

**1-2
DE JUNIO | 2023**

**Poster-Fest del programa de
Ingeniería Industrial
Popayán, Cauca.**



Cadenas de Valor



Corporación
Universitaria
Comfacauca



ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
EN ALTA CALIDAD

**PROGRAMA
INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Contaminación auditiva en la Corporación Universitaria Comfacauca

Unicomfacauca

Autores: Kelber Tovar España, Mauricio Mulcuc Menses

Asesores: Carlos Andrés Rodríguez Peña, Zuly Yuliana Delgado Espinosa

INTRODUCCIÓN

La contaminación auditiva es una problemática que ha venido creciendo con gran impacto en los últimos años, dado a la gran industrialización y la falta de información en las personas han desatado un sin número de causas que han llevado la contaminación hasta este punto, siendo uno de los factores ambientales que provoca más problemas de salud causando muertes prematuras y lesiones que deben ser tratadas por un médico de manera urgente.

OBJETIVO

Caracterizar las zonas críticas donde se presente mayor contaminación auditiva mediante mediciones con sonómetro, en la corporación universitaria Comfacauca, sede Popayán – Cauca, de

RESULTADOS Y AVANCE

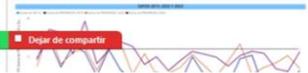
RESOLUCIÓN 0627 DE 2006

Norma nacional de emisión de ruido

Sector	Subsector		
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, salones, hogares geriátricos		
Sector B. Tranquilidad y Ruido moderado	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
Sector C. Ruido moderado	Zonas con usos institucionales	65	55

Fuente: RESOLUCION 0627 DE 2006

INCREMENTO POR AÑO .





kelber tovar



MAURICIO MENESSES



Sandra Juliana Viras Idrobo

Y



Yesid Ediver Anacona Mopan

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 49: Participación en el 4to congreso de salud y seguridad en el trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50: Socialización del trabajo de grado con los Integrantes del COPASST - CONVIVENCIA LABORAL - BRIGADA DE EMERGENCIAS.



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

Finalmente se puede concluir que el enfoque del proyecto y de acuerdo a los estudios planteados anteriormente se puede decir que, dentro de la institución universitaria, se encontraron lugares con alta influencia de los niveles de ruido lo cual al no tener un manejo adecuado se puede contraer problemas de salud a largo plazo que pueden afectar principalmente a los docentes como a los estudiantes quienes son los que más interactúan dentro de los espacios universitarios.

Se encontró que unos de los factores de ruido ambiental eran producido por gritos, charlas fuertes, televisores, reproductores de música, aires acondicionados entre otros objetos. Debido a la encuesta realizada con ayuda del área de seguridad y salud en el trabajo se obtuvo que la mirar los resultados de la encuesta un 89,29% de las personas encuestadas se ven afectadas por el ruido presentando problemas de salud tales como estrés, ansiedad y depresión debido a estos síntomas trae efectos secundarios que no dejan realizar sus actividades académicas o laborales de manera eficiente.

Acudiendo a la Resolución 0627 del 2006 se obtuvo como resultado que las zonas en donde se tomaron los niveles de ruido presentar con un valor mínimo de 71,04 dB, valor medio 75,71 dB y un valor máximo de 84,24 dB, por lo tanto en la Corporación Universitario Comfacauca no se está cumpliendo con los niveles máximos permisibles de ruido ambiental los cuales indican en la resolución que deben ser en para el sector C en centros educativos y de investigación en la jornada diurna de 65 dB y nocturna 50 dB. Se encontró que en la Corporación Universitaria hay zonas críticas lo cual indica que superan los niveles máximos permisibles de ruido ambiental.

A partir de la ejecución de este proyecto se obtuvo el desarrollo de nuevas competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales para la enseñanza-aprendizaje de la educación ambiental que incluye un estudio de ruido ambiental (manejo de normas nacionales e internacionales, equipos de medición, y análisis de acuerdo a la Resolución 0627 de 2006.).

4.2 RECOMENDACIONES.

Para realizar las recomendaciones y poder ser aplicadas se deben intervenir tres puntos clave, estos son: Reducción de ruido en la fuente, interrupción en la vía de transmisión y la protección del receptor. Además, los lugares donde se debe tener un mayor control de ruido son los sectores categorizados como sectores de tranquilidad y silencio (sector A) y sectores de tranquilidad y ruido modelado (sector B), dado a que las actividades realizadas en estos sectores no se vean afectadas por la exposición de altos niveles de ruido. Al realizar el respectivo estudio nos permiten dar a la comunidad universitaria de Unicomfauca recomendaciones para proteger su salud física y mental como:

- Prestar atención a los ruidos generados y respetar el derecho de la comunidad a tener paz, tranquilidad, intimidad y descanso.
- Bajar el volumen del equipo de sonido, televisión, celular, Tablet, laptop. Cuando decida escuchar música, ver la televisión, hablar por celular, procurar que solo lo escuchan usted y su compañía.
- No practicar conductas ruidosas: gritos, portazos, taconeos u otra actividad que genere ruido.
- Al salir de la oficina y aulas de clase asegúrese de apagar el aire acondicionado
- En los momentos de diversión, recuerda que el respeto a los demás es la base imprescindible para una buena convivencia.
- Aprender a disfrutar del silencio y la tranquilidad.

Es importante que al realizar cualquier tipo de reparación o construcción dentro de la universidad no se hagan en tiempo de parciales ya que varios estudiantes presentaron inconformidad con estos sucesos debido a que al estar en un ambiente con altos niveles de ruido no logran tener un alto nivel de concentración para rendir de la manera adecuada.

Distintos docentes presentaron inconformidad con la cantidad de estudiantes asignados por materia debido a que superan los 25 estudiantes y al estar en un aula de clase sin suficiente espacio y dictar clase con esa cantidad de estudiantes se vuelve desgastante para el docente y siguieren adecuar aulas con mayor espacio o dividir los grupos de estudiantes para tener un mayor impacto positivo al momento de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

El personal administrativo que sus oficinas están ubicadas en el primer y segundo piso en la universidad donde se realizan eventos a los estudiantes (patio y entrada principal) el día del evento darles el día libre o permitirles trabajar desde casa con el fin de prevenir problemas al momento de realizar su trabajo o algún problema en su salud causado por estar en un ambiente con altos niveles de ruido ya que se ve afectado su rendimiento al realizar sus actividades laborales.

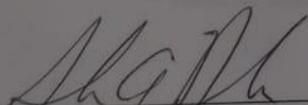
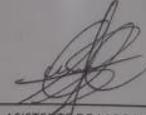
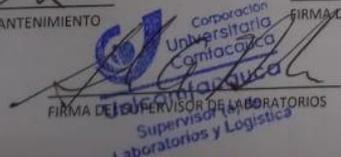
Para lograr mitigar de cierta manera la contaminación auditiva en la Corporación Universitaria Comfacauca, se pueden tomar diversas medidas, entre ellas:

- Realizar campañas de sensibilización y educación para fomentar el respeto y la responsabilidad en el uso del sonido y la música en el entorno educativo.
- Instalar materiales de insonorización en las paredes y techos de las aulas, zonas de trabajo y laboratorios para reducir la reverberación del sonido.
- Implementar políticas de uso de dispositivos electrónicos en el aula que limiten el ruido y las distracciones.
- Proporcionar auriculares con cancelación de ruido para aquellos estudiantes que necesiten trabajar en entornos silenciosos.
- Planificar los horarios y la distribución de actividades de manera que se reduzca la cantidad de ruido y se maximice el uso del espacio disponible.
- Instalar secadores de manos que no que generen ruido al usarlos.

En general, es importante que la Corporación Universitaria Comfacauca tome en cuenta la contaminación auditiva como un problema de salud y se trabaje para crear un entorno de aprendizaje seguro, saludable y cómodo para todos.

ANEXO

CALIBRACION DEL SONOMETRO

		CORPORACION UNIVERSITARIA COMFACAUCA UNICOMFACAUCA NIT: 817004535-0	
FORMATO DE REPORTE DE MANTENIMIENTO			
DATOS DEL EQUIPO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		SONOMETRO - DINAMOMETRO #1	
MARCA:	EXTRECH	MODELO:	407736
SERIE:	101109185	N°INVENTARIO:	152000580
DEPENDENCIA:		Laboratorio de calidad	
TIPO DE TRABAJO A EJECUTAR			
<input type="checkbox"/> ELECTRICO	<input type="checkbox"/> MECANICO	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTRONICO	<input type="checkbox"/> HIDRAULICO
		<input type="checkbox"/> NEUMATICO	<input type="checkbox"/> OTRO General
ACCESORIOS ENTREGADOS CON EL EQUIPO			
NOMBRE		DESCRIPCION	
Estuche			
TRABAJO SOLICITADO POR:		Asistente de laboratorios de industrial	
TRABAJO EJECUTADO POR:		Ing. Sandra Burbano	
EMPRESA CONTRATISTA:		UnicomfacaUCA	
TIPO DE MANTENIMIENTO		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input checked="" type="checkbox"/> CORRECTIVO
RECURSOS NECESARIOS			
TRABAJO	30 min		
EQUIPOS NECESARIOS			
HERRAMIENTAS	Herramientas de mano		
MATERIALES Y REPUESTOS			
NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	
FECHA DE INICIO:	1/6/2022	FECHA DE TERMINACION:	1/6/2022
HORA DE INICIO:	9:00	HORA DE TERMINACION:	9:30
FECHA DE RECIBIDO:	1/6/2022		
TIEMPO DE EJECUCIÓN:			
GRARANTIA DE TRABAJO:			
DESCRIPCION DEL TRABAJO			
Se realiza limpieza general, limpieza en los pines de las baterias, el instrumento se encuentra en perfecto estado			
OBSERVACIONES			
 FIRMA DE QUIEN REALIZO EL MANTENIMIENTO		 FIRMA DEL ASISTENTE DE LABORATORIOS	
 FIRMA DEL SUPERVISOR DE LABORATORIOS Supervisor de Laboratorios y Logística			

ENCUESTA.



ENCUESTA SOBRE EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN AUDITIVA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA- UNICOMFACAUCA.

Actualmente nos encontramos desarrollando un estudio sobre el impacto que tiene los altos niveles de ruido en las personas que ejercen su actividad académica y laboral, con el fin de conocer la percepción sobre los impactos que tiene en la comunidad de Unicomfacauca. Su opinión nos será valiosa para los propósitos de la investigación. Su participación es voluntaria; sus respuestas serán de carácter confidencial y los datos se utilizarán únicamente para fines estadísticos, tal como se establecen en las finalidades de la Política de Protección de datos de Unicomfacauca, el cual se encuentra disponible en el sitio web www.unicomfacauca.edu.co; podrá dirigir sus consultas, sugerencias, peticiones, quejas y reclamos al correo protecciondedatos@unicomfacauca.edu.co de conformidad con la Ley Estatutaria 1581 del 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 del 2013.

Nombre.

Correo.

- ¿Qué rol desempeña dentro de la universidad?
 - Administrativo
 - Docente
 - Estudiante

- ¿Sabía usted las consecuencias que tiene en su salud estar en un ambiente con altos niveles de ruido?

- Si
 - No
-
- ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en la universidad?
 - Si
 - No
-
- ¿Cree que la contaminación auditiva puede afectar su actividad académica o laboral?
 - Si
 - No
-
- ¿En algún momento ha presentado problemas de salud por causa del ruido?
 - Si
 - No

Si su respuesta fue positiva, indique cuál de los siguientes síntomas ha presentado:

- Pérdida auditiva temporal o permanente.
 - Estrés, ansiedad y depresión.
 - Problemas del sueño, como insomnio.
 - Problemas del sistema cardiovascular, como aumento de la presión arterial y riesgo de ataques al corazón.
 - Problemas digestivos, como dolor abdominal y diarrea.
 - Problemas del sistema respiratorio, como dificultad para respirar.
 - Problemas de concentración y memoria.
-
- ¿En qué horario considera que se presenta mayor contaminación auditiva?
 - 10 am
 - 12 pm

- 5 pm
 - Otra hora diferente a las anteriores
-
- Si su respuesta fue otra hora diferente a las anteriores escriba en qué hora considera que hay mayor ruido.

-
- ¿Cuáles considera usted que son la mayor fuente de ruido en la universidad?
 - Estudiantes
 - Uso de los laboratorios de la universidad
 - tráfico vehicular
 - Comercio
 - actividades de construcción
 - otro.
-
- Si su respuesta fue otra, escriba qué actividad considera que es una fuente de ruido en la universidad

-
- ¿Cree usted que la implementación de un dispositivo de alerta acústica beneficie a la corporación universitaria Comfacauca Unicomfacauca para tener un mayor control en los niveles de ruido?
 - Si
 - No

Agradecemos el tiempo empleado para el diligenciamiento de esta encuesta. ¡¡¡Muchas gracias por su disposición y colaboración!!!

BIBLIOGRAFIAS

- [1] M. Alfie.(2016, Abr 25). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. [Online]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/312/31251073003/html/>
- [2] E. Peris.(2020, Mar 01). La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente. [Online]. Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/es/articulos/la-contaminacion-acustica-un#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20prolongada%20al%20ruido,deficiencias%20cognitivas%20en%20los%20ni%C3%B1os.>
- [3] M. Chaparro, C. Linares. (2017, Feb 17). Prevención y control de la contaminación ambiental. [Online]. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10370/Proyecto%20Ruido%20UL%2017.02.2017.pdf?sequence=1>
- [4] M. Sierra, “caracterizador de equipos de audio [SCEA]”. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 2011, Recuperado de: <https://docplayer.es/72013650-Scea-capitulo-i-el-sonido.html>
- [5] Min. Trabajo (2019, Feb 13). Resolución Numero 0312 de 2019. [Online]. Recuperado de: <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>
- [6] Y. Kawashima. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders”.[Capitulo 1]. www.nidcd.nih.gov. <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido> (acceso jul 25,2023).
- [7] Min. De salud.(2016, Mar 03). Colombia potencia de la vida,5 millones de colombianos tienen problemas de audición. [Online]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/5-millones-de-colombianos-tienen-problemas-de-audicion.aspx>
- [8] European Environment Agency. (2020, Mar 11). La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente. [Online]. Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/es/articulos/la-contaminacion-acustica-es-un>
- [9] Y. Kawashima. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders”.[Capitulo 1]. www.nidcd.nih.gov. <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido> (acceso jul 25,2023).
- [10] M. Chaparro, C. Linares. (2017, Feb 17). Prevención y control de la contaminación ambiental. [Online]. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10370/Proyecto%20Ruido%20UL%2017.02.2017.pdf?sequence=1>

- [11] M. Chaparro, C. Linares. (2017, Feb 17). Prevención y control de la contaminación ambiental. [Online]. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10370/Proyecto%20Ruido%20UL%2017.02.2017.pdf?sequence=1>
- [12] Y. González, Y. Fernández, “Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares”, *Revista Cubana de higiene y epidemiología*.(2014, Feb 16). Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig12314.pdf>
- [13] C. Rojo, “Diseño de Sonómetro con conexión wifi para control de nivel de sonido”. Tesis de Pregrado, Ingeniería telemática, Universidad Rovira I Virgil, Cataluña, España, 2017. Recuperado de: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2495pub.pdf>
- [14] J. Borrallo, “Diseño de sonómetro de medición continua con conectividad wifi”, Tesis de pregrado, Ingeniería de sonido e imagen en telecomunicación, Universidad de Extremadura, escuela politécnica, Badajoz, España, 2018. Recuperado de: https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/7204/1/TFGUEX_2018_Borrallo_Rivera.pdf
- [15] D. Reascos, “Diseño de una red de sensores escalables de detención de ruido acústico dentro de un ambiente de aprendizaje basado en tecnología IOT de bajo costo para las instituciones educativas del cantón san Lorenzo”. Tesis de pregrado, Ingeniería de telecomunicaciones, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2022. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/64364/1/B-CINT-PTG-N.903%20Reascos%20Caicedo%20Diego%20Armando.pdf>
- [16] Ley 9 de 1979, “*Normas generales sanitarias, medidas: cierre de establecimiento, sanciones: amonestación*”, Ministerio de salud y protección social, Bogotá. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- [17] Resolución 8321 de 04 de agosto de 1983, Ministerio de salud, Bogota,1983. Disponible en: <https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Resolucion-8321-1983.pdf>
- [18] Resolución 0627 de 2006, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Bogota,2006.Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-627-de-2006.aspx>
- [19] Resolución 6918 de 2010, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Bogota,2010. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=22771&cadena=ambiente>
- [20] Ley 1801 de 2016, Código nacional de seguridad y convivencia ciudadana, Bogotá, 2016. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=80538>

- [21] Ley 99 de 1993, Ministerio del medio ambiente y del sistema nacional ambiental, Santafé de bogota,1993. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>
- [22]J, Tamayo. (2022 Feb 01). “Diseño de equipos de laboratorio de ensayos para protección auditiva, con norma ANSI/ASA S12.6-2016”. Tesis de pregrado, Ingeniería Mecatrónica, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia. 2023. Disponible en: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/14585/T10548_Dise%C3%B1o%20de%20equipos%20del%20laboratorio%20de%20ensayos%20para%20protecci%C3%B3n%20auditiva%20con%20norma%20Ansi/Asa%20s12.6-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [23] Artículo 33 Comportamientos que afectan la tranquilidad y relaciones respetuosas de las personas. Código Nacional de Policía y convivencia, Artículo 33, última actualización, Bogota,2023. Disponible en: https://leyes.co/codigo_nacional_de_policia/33.htm
- [24] Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, “ código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, Consejo de la república, Bogotá D.C, 1974.Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>
- [25] Ley 9 de 1979, “ *Normas generales sanitarias, medidas: cierre de establecimiento, sanciones: amonestación*”, Ministerio de salud y protección social, Bogotá. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>
- [26] Resolución 8321 de 04 de agosto de 1983, Ministerio de salud, Bogota,1983. Disponible en: <https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Resolucion-8321-1983.pdf>
- [27] Resolución 1323 de 25 de abril de 2022, Secretaria distrital de ambiente, Bogota,2022. Disponible en: https://xperta.legis.co/visor/legcol/legcol_a23329c6f50a457899a6dac0707d342a/coleccion-de-legislacion-colombiana/resolucion-1323-de-abril-25-de-2022
- [28] Corporación universitaria Comfacauca, “ *Nuestra Historia*”. Recuperado de: <https://www.unicomfacauca.edu.co/nuestra-u/resena-historica/> Acceso (2020, Oct 29).
- [29] Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, “ código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, Consejo de la república, Bogotá D.C, 1974. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>
- [30] A. Salazar. (2012). “ Perdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile”. Tesis doctoral, Facultad de Geografía I Historia, Universidad de Barcelona, Barcelona, España. 2012, Disponible en: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/98298/AMSB_TESIS.pdf

- [31] I. Amable, J. Méndez, L. Delgado, F. Acebo, J. De armas, M, Rivero, “Contaminación ambiental por ruido”. Rev Méd Electron [Online].[acceso,2023 May 21] Recuperado de: <https://revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2305/3446>
- [32] B. Berglund, T, Lindvall, D. Schwela,(1995) “Guías para el ruido urbano”,[Online].[acceso,2023 May 15] Recuperado de:<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/868/course/section/485/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- [33] Efectos y normativa, [Online].[acceso,2023 May 25] Recuperado de: <https://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/efectos%20y%20normativa/efectos%20y%20normativa.html>
- [34] M. Concha, D. Campbell, K, Steenland. (2004). “Ruido ocupacional”, [Online].[acceso,2023 May 25] Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43001/9241591927.pdf>
- [35] Iberdrola. (2020, May 4). “La contaminación acústica, ¿cómo reducir el impacto de una amenaza invisible? [online]. Recuperado de: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-contaminacion-acustica-causas-efectos-soluciones>
- [36] Ruido y salud, [online]. Recuperado de: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824
- [37] La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición, [online]. [Citado 2023 May 16] Recuperado de: <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- [38] E, Coluccio,(2022, Feb 22) “sonido”,para concepto. [online]. [Citado 2023 Agt 2] Recuperado de:<https://concepto.de/sonido/>
- [39] P. Herrera, A. Vélez, O, Bonnot, (2018, dic 15), “Trastornos psiquiátricos secundarios a enfermedades neurometabólicas”. Rev. Colombiana de Psiquiatría”(English Ed), [online]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034745017300604?via%3Dihub>
- [40] Conceptos básicos del ruido ambiental, [online].[Citado 2023 Agt 19]. Recuperado de: <https://sicaweb.cedex.es/wp-content/uploads/2021/08/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>
- [41]. Arduino Mega 2560.(2019, Ene 15). [online].[Citado 2023 Agt 19). Recuperado de: <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/#:~:text=El%20Arduino%20Mega%202560%20es,y%20un%20bot%C3%B3n%20de%20reseteo.>
- [42] Geek Factory, Display LCD 16x2 (2013, Jun 9). [online]. Recuperado de: <https://www.geekfactory.mx/tienda/pantallas-y-displays/display-lcd-16x2-alfanumerico/>

[43] Prometec.net, El sensor de sonido KY-038.[online]. Recuperado de: <https://www.prometec.net/sensor-sonido-ky038/>

[44] Mactronica, (2023). “modulo leds para semáforo,” [online].[Citado 2023 Agt 24]. Recuperado de: <https://www.mactronica.com.co/modulo-leds-para-semaforo>

[45] Xataka Basics, “Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno” [online].[Citado 2023 Agt. 24]. Recuperado de: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

[46] Hubor, (2015). “¿Qué es proteus?,” *Hubor-proteus.com*, [online].[Citado 2023 Agt 24]. Recuperado de: <https://www.hubor-proteus.com/proteus-pcb/proteus-pcb/2-proteus.html>