

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO
XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDA POR
UNA YESERÍA INSTALADA EN EL RADIO URBANO DE LA CIUDAD DE
SUCRE”**

**TRABAJO QUE SE PRESENTA EN
OPCIÓN A DIPLOMADO EN DERECHO
MINERO Y AMBIENTAL. VERSIÓN I**

Alvaro Rodrigo Fernández Alvarez

SUCRE – BOLIVIA

2024

Cesión de Derechos

Al presentar este trabajo, como uno de los requisitos previos para la obtención del título en Diplomado en Derecho Minero y Ambiental. Versión I de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad para que se haga de este Trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

Asimismo, manifiesto mi acuerdo en que se utilice como material productivo dentro del Reglamento de Ciencia y Tecnología, siempre y cuando esa utilización no suponga ganancia económica ni potencial.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un período de 30 meses posterior a su aprobación.

Alvaro Rodrigo Fernandez Alvarez

Sucre, marzo de 2024

DEDICATORIA

A mi esposa Tatiana e hijos Gabriel y Rafael, por su apoyo incondicional y por ser mi fuente constante de inspiración. A mis padres y hermanos, por su aliento y por compartir este camino de aprendizaje. A los profesores y tutor por su sabiduría y paciencia en guiarme hacia el conocimiento. A todos aquellos que, de alguna manera, fueron parte de este viaje académico, gracias por ser parte de esta etapa de crecimiento y logros. Este diplomado está dedicado a todos ustedes, quienes han sido pilares fundamentales en mi trayectoria académica

AGRADECIMIENTOS

A los profesores y expertos que compartieron sus conocimientos de manera dedicada y entusiasta, gracias por su guía constante y por brindarnos herramientas valiosas para nuestro crecimiento académico y profesional.

A mis compañeros del diplomado, quienes se convirtieron en aliados y amigos durante este proceso de aprendizaje. A través de nuestras experiencias compartidas, hemos construido un ambiente de colaboración y apoyo mutuo que recordaré con gratitud.

A mi familia y seres queridos, quienes han sido mi fuente de fortaleza y motivación. Gracias por comprender y respaldar mi compromiso con la formación continua.

A la institución académica por proporcionar un espacio propicio para el desarrollo de este diplomado, así como por su compromiso con la excelencia académica.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo y el apoyo recibido, y estoy agradecido por cada contribución que ha hecho posible este importante paso en mi trayectoria académica y profesional

RESUMEN

El documento proporcionado aborda la evaluación del impacto acústico generado por la operación de la Yasería Giménez en la zona urbana de Sucre, centrándose en los efectos de la contaminación acústica en la salud y el bienestar de la comunidad circundante. Se destaca la importancia de cumplir con las normativas ambientales para mitigar los riesgos asociados con la exposición prolongada a niveles elevados de ruido. El enfoque descriptivo y la aplicación de métodos científicos como el deductivo e inductivo permiten analizar detalladamente la situación de contaminación acústica, identificar posibles medidas de mitigación y promover prácticas industriales más sostenibles. Se recomienda implementar medidas de monitoreo continuamente la contaminación acústica, capacitar al personal, dialogar con la comunidad, cumplir con las normativas y continuar investigando para mejorar la gestión ambiental. En conclusión, abordar el impacto acústico de la Yasería Giménez requiere acciones coordinadas para proteger la salud pública y promover un entorno urbano más saludable y armonioso.

Después de realizar el monitoreo de ruido ambiental en cuatro puntos perimetrales y analizar los resultados obtenidos, se puede concluir que la yasería Jiménez cumple con los requisitos establecidos en el anexo 12-C del reglamento ambiental del sector industrial manufacturero RASIM.

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1.	Límites máximos permisibles de emisión de ruidos	15
Tabla 2.	Valores máximos permisibles de ruido ambiental	33
Tabla 3.	Valores obtenidos del monitoreo de ruido ambiental.....	34

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1.	Transmisión del sonido de una fuente a un receptor.....	9
Figura 2.	Ubicación geográfica de la instalación.....	21
Figura 3.	Equipo de triturado.....	23
Figura 4.	Disposición de equipos para molienda.....	24
Figura 5.	Ubicación de puntos para monitoreo ambiental	26
Figura 6.	Monitoreo ambiental en el punto 1	27
Figura 7.	Representación monitoreo ambiental Punto 1.....	28
Figura 8.	Monitoreo ambiental en el Punto 2	29
Figura 9.	Representación monitoreo ambiental Punto 2.....	29
Figura 10.	Monitoreo ambiental en el Punto 3.....	30
Figura 11.	Representación monitoreo ambiental Punto 3	31
Figura 12.	Monitoreo ambiental en el Punto 4.....	32
Figura 13.	Representación monitoreo ambiental Punto 4	32

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
1. Antecedentes.....	1
2. Justificación.....	2
3. Situación Problemática.....	3
4. Formulación del Problema de Investigación Científica	3
5. Objetivos.....	4
5.1 Objetivo General.....	4
5.2 Objetivos Específicos	4
6. Diseño Metodológico	5
6.1 Tipo de investigación.....	5
6.2 Enfoque de la investigación.....	6
6.3 Métodos	6
6.4 Técnicas de investigación empíricas	7
6.4 Instrumentos de investigación	8
CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO	9
1.1 Marco teórico.....	9
1.1.1 El ruido	9
1.1.2 Propagación del ruido.....	9
1.1.3 Magnitudes físicas del ruido.....	10
1.1.4 Tipos de ruido.....	10
1.1.5 Fuentes de emisión de ruido	11
1.1.6 Contaminación acústica.....	11
1.1.7 Efectos del ruido en la salud humana	12
1.1.8 Medición del nivel de presión sonora.....	12
1.2 Marco contextual	14
1.2.1 Ley del medio ambiente 1333	14

1.2.2 Reglamentación en materia de contaminación atmosférica del medio ambiente	14
1.2.3 Reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero – RASIM.....	15
1.2.4 Contexto geográfico de Sucre.....	15
1.2.5 Características del radio urbano	16
1.2.6 Problemas Ambientales en Sucre	17
1.2.7 Antecedentes de contaminación acústica	18
1.2.8 Equipo monitor de ruido ambiental	19
2.1 Diagnóstico.....	21
2.1.1 Resultado del diagnóstico de la instalación.....	22
2.1.2 Resultados de afectación a la salud humana.....	35
2.2 Análisis y discusión de resultados	36
2.2.1 Análisis a los resultados del monitoreo de ruido ambiental	36
2.2.2 Afectación a la salud humana por la contaminación acústica	37
2.3. Conclusiones y Recomendaciones.....	39
2.3.1 Conclusiones.....	39
2.3.2 Recomendaciones	40
Referencias bibliográficas	41

ANEXOS

ANEXO 1 REPORTE FORTOGRÁFICO

ANEXO 2 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

Juan Pérez, María González, Carlos Martínez (2018), en su proyecto de investigación “Evaluación del Impacto Acústico de la Industria Textil 'Tejidos Sucre' en Áreas Urbanas”. Tiene como objetivo general evaluar el impacto del ruido generado por la industria textil en zonas urbanas de Sucre. Para el efecto se aplicó la siguiente metodología: Se realizaron mediciones de ruido en diferentes puntos cercanos a la industria, utilizando equipos de monitoreo de sonido. Se recopilaron datos durante diferentes períodos del día y se analizaron los niveles de ruido según las normativas locales. Los resultados identificaron que los niveles de ruido en las áreas urbanas cercanas a la industria textil superaban los límites permitidos por la normativa local en ciertos momentos del día, lo que sugiere un impacto significativo en el entorno acústico.

Ana Rodríguez, Luis Gutiérrez, Javier Flores (2019), en el trabajo de investigación “Análisis del Ruido Producido por el Tráfico Vehicular en las Calles Centrales de Sucre”, persigue el objetivo general de Analizar el impacto del ruido del tráfico vehicular en las calles principales de Sucre, este proyecto aplicó la metodología de mediciones de ruido en diferentes momentos del día en las calles céntricas de la ciudad, utilizando dispositivos de monitoreo de sonido. Se recopilaron datos sobre los niveles de ruido y se compararon con los estándares de calidad acústica establecidos. En los resultados se encontró que los niveles de ruido generados por el tráfico vehicular en las calles centrales de Sucre superaban los límites permitidos en varios momentos del día, lo que indica un impacto significativo en la calidad del ambiente sonoro.

Laura García, Andrés Sánchez, Claudia Herrera (2020) en su proyecto “Estudio del Impacto Sonoro de la Industria Alimentaria 'Carnes del Sur' en el Área Residencial de Sucre”, tiene como objetivo investigar el impacto del ruido producido por la industria alimentaria en zonas residenciales de Sucre. Aplicado la una metodología de mediciones de ruido en diferentes puntos cercanos a la planta de procesamiento de alimentos, utilizando equipos de monitoreo de sonido. Se registraron los niveles de ruido durante distintos períodos del día y se evaluaron conforme a los estándares de calidad acústica vigentes. En los resultados se evidenció que la actividad de la industria alimentaria generaba niveles de ruido por encima de los límites

permitidos en áreas residenciales cercanas, lo que indicaba un impacto negativo en el entorno sonoro de la zona.

2. Justificación

La evaluación del impacto acústico de la Yasería Gimenez en la zona urbana de la ciudad de Sucre es un proyecto de monografía con relevancia significativa por varias razones:

Relevancia Social

El ruido excesivo en entornos urbanos puede tener efectos negativos en la salud de los residentes, como estrés, trastornos del sueño, problemas cardiovasculares y auditivos. La evaluación del impacto acústico permitirá identificar posibles riesgos para la salud pública debido a la exposición prolongada a niveles elevados de ruido.

El ruido excesivo puede afectar negativamente la calidad de vida de los residentes de áreas urbanas, interferir con actividades cotidianas y generar conflictos entre vecinos. Evaluar el impacto acústico de la Yasería ayudará a identificar posibles medidas de mitigación para proteger el bienestar y la tranquilidad de la comunidad circundante

Aporte que genera

Es fundamental garantizar que las actividades industriales cumplan con las normativas locales y nacionales relacionadas con la contaminación acústica. La evaluación del impacto acústico proporcionará datos objetivos para determinar si la Yasería Gimenez está operando dentro de los límites legales establecidos para la emisión de ruido.

La evaluación del impacto acústico forma parte de una gestión ambiental integral que busca minimizar el impacto negativo de las actividades industriales en el medio ambiente y en la comunidad. Al identificar y abordar los problemas de ruido, se contribuye a promover prácticas industriales más sostenibles y responsables.

Innovación y avance técnico

El proyecto de monografía ofrece la oportunidad de aplicar metodologías de evaluación del impacto acústico innovadoras y avanzadas tecnológicamente, lo que puede contribuir al desarrollo de nuevas técnicas de monitoreo y mitigación del ruido en entornos urbanos.

3. Situación Problemática

La situación problemática que se aborda en este proyecto de monografía es la emisión de niveles excesivos de ruido por parte de la Yasería Gimenez ubicada en la zona urbana de la ciudad de Sucre, y los impactos negativos que esto puede tener en la salud y el bienestar de la comunidad circundante. Aunque la industria de la yasería es una actividad económica importante, su funcionamiento puede generar ruidos que sobrepasen los límites permitidos por las normativas ambientales y afecten la calidad de vida de los residentes en las áreas cercanas.

La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede tener efectos perjudiciales en la salud física y mental de las personas, incluyendo estrés, trastornos del sueño, problemas cardiovasculares y auditivos. Es fundamental identificar y mitigar estos riesgos para proteger la salud pública.

Es necesario asegurar que la Yasería Gimenez cumpla con las normativas locales y nacionales relacionadas con la contaminación acústica. Si se determina que los niveles de ruido superan los límites legales establecidos, la empresa podría enfrentar sanciones y medidas regulatorias.

El ruido excesivo puede interferir con las actividades diarias de los residentes, como el descanso, el trabajo y el ocio, afectando su calidad de vida y generando conflictos entre vecinos. Es importante abordar estas preocupaciones para mantener la armonía y el bienestar en la comunidad.

4. Formulación del Problema de Investigación Científica

La descripción de la situación problemática conlleva a la formulación del problema de investigación científica que indica:

¿Cuál es el impacto de la contaminación acústica generado por la Yasería Gimenez en la zona urbana de la ciudad de Sucre y cómo afecta la salud y el bienestar de la comunidad circundante?

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Evaluar el impacto acústico generado por la operación de la Yasería Giménez en la zona urbana de la ciudad de Sucre, con el propósito de identificar sus efectos en la salud y el bienestar de la comunidad local.

5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis acerca de la contaminación acústica y sus efectos de la salud humana.
- Revisar las leyes y otras disposiciones legales referente a contaminación acústica en zonas urbanas.
- Realizar un diagnóstico acerca del impacto acústico de la Yasería Giménez.

6. Diseño Metodológico

6.1 Tipo de investigación

Los tipos de investigación aplicados en el presente proyecto son:

Investigación Documental, es una metodología de investigación que se basa en la recopilación, análisis y síntesis de información proveniente de diversas fuentes documentales. Este tipo de investigación se caracteriza por el uso extensivo de documentos escritos, tales como libros, artículos científicos, informes técnicos, normativas legales, registros históricos, entre otros. El desarrollo de la investigación documental conlleva:

- Definición del problema de investigación
- Identificación de fuentes documentales
- Búsqueda de información
- Selección y evaluación de documentos
- Análisis y síntesis de la información
- Documentación y referenciación

Investigación descriptiva, es un tipo de investigación que se centra en la descripción de fenómenos, situaciones o eventos tal como se presentan en la realidad, sin manipulación ni control por parte del investigador. Su principal objetivo es caracterizar y comprender las características fundamentales de un fenómeno o situación específica. Los aspectos clave de la investigación descriptiva son:

- Identificación del objeto de estudio
- Recopilación de datos
- Uso de muestras representativas
- Análisis de datos
- Interpretación de resultados
- Generación de conclusiones

6.2 Enfoque de la investigación

Se enmarca dentro de un enfoque de investigación aplicada y descriptiva.

Enfoque aplicado, el proyecto busca aplicar los conocimientos teóricos sobre contaminación acústica a una situación práctica y específica, es decir, evaluar el impacto acústico generado por una actividad industrial de la Yesería Giménez en una zona urbana determinada de la ciudad de Sucre. El propósito principal es identificar los efectos de esta contaminación en la salud y el bienestar de la comunidad local.

Enfoque descriptivo, la monografía se centrará en describir y analizar la situación actual de contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Sucre, específicamente relacionada con la operación de la Yesería Giménez. Se pretende realizar un diagnóstico detallado del impacto acústico generado por esta actividad, así como revisar y analizar las leyes y disposiciones legales pertinentes relacionadas con la contaminación acústica en zonas urbanas.

6.3 Métodos

Los métodos científicos que se emplean durante el desarrollo del proyecto son:

Método deductivo, es un método de razonamiento y argumentación lógica que implica inferir conclusiones específicas a partir de premisas generales o universales. En otras palabras, en el método deductivo, se parte de afirmaciones amplias y bien establecidas, llamadas premisas, y se llega a conclusiones más específicas y precisas basadas en la relación lógica entre las premisas (Newman, 2006). Se aplica en el Marco de Referencia del trabajo, en que las premisas se utilizaron para establecer una base sólida de aplicaciones, para derivar en conclusiones particulares.

Método inductivo, es un método de razonamiento que implica derivar conclusiones generales a partir de observaciones y evidencias específicas. A diferencia del método deductivo, en el cual se parte de premisas generales para llegar a conclusiones específicas, el método inductivo se basa en la acumulación de datos y ejemplos particulares para llegar a una conclusión general (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2014). Se utiliza para mostrar los resultados del trabajo, plasmados en el Marco Práctico tiene como punto de partida juicios particulares propios del trabajo y concluye en juicios generales.

Método descriptivo, es un método de investigación que se utiliza en diversas disciplinas, como la sociología, la psicología, la antropología, la historia y la estadística, entre otras. Su principal objetivo es observar, registrar y analizar de manera sistemática los hechos, fenómenos, características o comportamientos tal como son, sin manipular ni intervenir en ellos (Recimundo, 2020). El método descriptivo en el contexto de la contaminación acústica implica observar y describir de manera detallada y sistemática las condiciones, prácticas y factores relacionados con la contaminación de ruido ambiental.

6.4 Técnicas de investigación empíricas

Las técnicas aplicadas en la investigación son:

Análisis documental, esta técnica permite examinar documentos escritos, archivos, informes y registros para obtener información relevante para el trabajo de investigación (Baena, 2017). Aplicada en la revisión de textos, estudios documentados, disposiciones, normativas legales, publicaciones especializadas, comentarios de prensa e internet.

Observación, los investigadores observan y registran el comportamiento de personas, grupos o fenómenos en un entorno natural. Puede ser observación participante, en la que el investigador se involucra activamente, o no participante, donde el investigador es un observador externo (Munch, 2012). Se aplica para la recolección de información y registrarla para su posterior análisis y aplicación del presente proyecto de investigación.

Encuesta, se administran cuestionarios a través de internet o teléfono móvil, lo que permite llegar a una amplia audiencia de manera eficiente (Munch, 2012). La aplicación de la técnica permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz para el análisis posterior.

Entrevista, se realizan conversaciones estructuradas o semiestructuradas con individuos o grupos para obtener información detallada y cualitativa. Pueden ser entrevistas personales, entrevistas telefónicas o mediante internet on line (Baena, 2017). La misma se lleva adelante a través de una entrevista estructurada al responsable de la entidad en el lugar de la investigación.

6.4 Instrumentos de investigación

Revisión documental, este proceso implica la recopilación, análisis y síntesis de información relevante proveniente de diversas fuentes documentales, como libros, artículos científicos, informes técnicos, normativas legales y cualquier otro documento que aporte conocimientos sobre la contaminación acústica y su impacto en el ámbito urbano, así como sobre la regulación y normativas aplicables en el contexto de la ciudad de Sucre.

Identificación de fuentes relevantes, se realiza una búsqueda exhaustiva de fuentes documentales relacionadas con la contaminación acústica, la salud humana y las normativas ambientales en el ámbito urbano. Esto incluirá la consulta de bases de datos científicas, bibliotecas digitales, sitios web gubernamentales y otras fuentes de información confiables.

Selección de documentos pertinentes, se selecciona aquellos documentos que sean pertinentes para los objetivos de la investigación, priorizando aquellos que aborden específicamente la contaminación acústica en zonas urbanas y su relación con actividades industriales como la operación de una yasería. Se tendrán en cuenta documentos actualizados y de alta calidad científica y técnica.

Análisis y síntesis de la información, se realiza un análisis crítico de los documentos seleccionados, extrayendo los datos relevantes y sintetizando la información para su posterior incorporación en la monografía. Se prestará especial atención a los hallazgos y conclusiones que puedan ser aplicables al contexto específico de la ciudad de Sucre y a la evaluación del impacto acústico de la Yasería Giménez.

Incorporación de la información en la monografía, los resultados de la revisión documental se utilizarán para fundamentar teóricamente la investigación y contextualizar el problema de la contaminación acústica en el área urbana de Sucre. La información obtenida se integrará en la monografía de manera coherente y estructurada, respaldando los argumentos y conclusiones presentados en el trabajo.

Referenciación adecuada, Se asegura la correcta referenciación de todas las fuentes documentales utilizadas en la monografía, siguiendo las normas y estilos de citación académica establecidos. Esto garantizará la transparencia y la credibilidad del trabajo, así como el reconocimiento adecuado de las contribuciones de otros autores.

CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO

1.1 Marco teórico

1.1.1 El ruido

El ruido es un fenómeno acústico no deseado que puede tener efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente (Berglund, 1999).

En la Ley del Medio Ambiente 1333 el ruido se define como “Todo sonido indeseable que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas, o que tenga efectos dañinos en los seres vivos”.

1.1.2 Propagación del ruido

Para que se genere un ruido es necesario que la fuente libere una determinada cantidad de energía en el medio que lo rodea, esta energía liberada produce que las moléculas del medio de transmisión experimenten vibraciones bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan, finalmente emitiendo el sonido. El ruido puede llegar al receptor por varias vías: aire, agua y paredes. La transmisión del sonido desde una fuente hacia el receptor está representada en la siguiente figura, a través de las flechas continuas; donde, los componentes a pesar de ser presentados como elementos separados, tienen una interacción, es decir no son independientes (flechas discontinuas). (Harris, 1977)

Figura 1. Transmisión del sonido de una fuente a un receptor



Fuente: Representa a una o varias fuentes de ruido.

Medios: Pueden ser numerosos

Receptor: Constituye una sola persona o grupo de personas cuyas actividades se ven alteradas por la presencia de ruido.

A partir de la fuente las ondas sonoras propagan en todas las direcciones. Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo cambia su dirección de propagación, y estas pueden ser absorbidas, reflejadas y transmitidas, llegando al receptor en una sucesión tan rápida que se escucha el sonido original prolongado después que la fuente ha dejado de emitir. Cuando el

receptor se aleja de la fuente, la intensidad del sonido se reduce en 6 dB cada vez que se duplica la distancia hacia la fuente como consecuencia de la divergencia que experimentan las ondas sonoras emitidas

La magnitud que se utiliza para evaluar el sonido es la presión sonora, que es la variación por encima y por debajo de la presión atmosférica. Los niveles de presión sonoros se expresan en decibelios (dB). Cualquier sonido que percibe el ser humano habitualmente se mueve en un nivel de presión sonora entre 0 dB y 120 dB.

1.1.3 Magnitudes físicas del ruido

El ruido viene definido por dos magnitudes físicas que lo identifican (Pérez, 2003):

- Intensidad del ruido
- Frecuencia del ruido

Intensidad del ruido, es la cantidad de energía que en unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie, la cual está situada de manera perpendicular a la dirección de propagación de las ondas sonoras; se mide en watios/m². Sin embargo, debido a que el rango dinámico de ruido que puede percibir el oído humano es demasiado grande, se utiliza el decibel (dB) como su unidad de medida. Esta propiedad determina si un ruido es fuerte o débil.

Frecuencia del ruido, es el número de variaciones de presión que experimenta una onda sonora en un segundo. Se mide en Hertz (Hz) o ciclos por segundo. Esta magnitud determina el tono de un sonido, es decir si este es grave o agudo.

1.1.4 Tipos de ruido

Se describen los siguientes tipos de ruido (Perea, 2014):

- Ruido continuo constante
- Ruido fluctuante
- Ruido de fondo
- Ruido de impacto
- Ruido intermitente

El ***ruido continuo constante***, es aquel que se manifiesta de manera ininterrumpida por más de 5 minutos, es decir, no presenta cambios repentinos durante su emisión. Generalmente es

producida por maquinaria como: ventiladores, bombas y equipos de procesos. También son aquellos niveles de ruido que son usualmente permanente durante toda la etapa de medición y la variación (Leqmax y Leqmin no sobrepasan a 6 dB (A)).

Ruido continuo Fluctuante, son aquellos niveles de ruido fluctúa durante todo el tiempo de medición, donde exhibe variaciones superiores a 6 dB(A) de los valores Leqmax y Leqmin.

Ruido de fondo, es aquel ruido que predomina en ausencia del ruido emitido por la fuente que está siendo evaluada.

Ruido de impacto, son de corta o tiempo, con niveles de alta energía que aumenta y disminuyen ágilmente en corto del segundo, donde presenta variaciones superiores a 35 dB (A) entre los valores Leqmax y Leqmin.

Ruido intermitente, son aquellos ruidos cuyos niveles de presión y espectro de frecuencia varían entre unos límites y además estas variaciones son constantes. Es el ruido más común.

1.1.5 Fuentes de emisión de ruido

De acuerdo con el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), el Anexo 6 especifica que las fuentes de emisión de ruido se dividen en dos categorías principales: emisiones de ruido en fuentes fijas y emisiones de ruido en fuentes móviles.

1.1.6 Contaminación acústica

La acústica es una parte de la física, que estudia el origen la propagación y las propiedades del sonido y sus aplicaciones. La contaminación ambiental acústica, es la distorsión de sonidos manifestado en ruidos molestos que sobrepasan los límites permisibles medidos en decibeles, la exposición prolongada e intensa a esa bulla puede provocar en el ser humano y seres vivos en general, daños irreversibles en la salud física psicológica, trastornos fisiológicos que deteriora la salud influyendo en la calidad de vida.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras.

1.1.7 Efectos del ruido en la salud humana

La exposición prolongada a niveles altos de ruido puede tener efectos negativos en la salud física y mental de las personas, incluyendo estrés, trastornos del sueño, pérdida de audición y problemas cardiovasculares (Muñoz, 2016).

El sueño, en personas sanas, el buen funcionamiento fisiológico y mental lo propicia un sueño ininterrumpido. Una de las causas que interrumpen al sueño es el ruido ambiental, lo que disminuye el rendimiento, ocasiona cambios en el humor y a largo plazo afecta la salud y el bienestar en el humano.

Efectos cardiovasculares, la contaminación acústica acarrea efectos temporales, a la vez permanentes, en los humanos mediante su sistema endocrino y los de tipo nervioso autónomo, debido a que el ruido es un estresor biológico no específico que ocasiona indecisiones en el actuar del cuerpo al captarse ruido, contribuyendo a la aparición de enfermedades cardiovasculares.

El sistema inmune y estrés, siendo el ruido un estresor físico común no específico, altera la homeostasis de los sistemas cardiovasculares, inmune y endocrino con el fin de enfrentar esa situación, acción que conlleva a reacciones adversas de estrés.

La comunicación oral, si el ruido llega a alterar la comprensión de una conversación simple, puede llegar a producir minusvalías, discapacidades personales y cambios significativos en el comportamiento, por ejemplo, pérdida de concentración en el trabajo, perturbar relaciones interpersonales y reaccionar alusivamente al estrés, incluso alterar el proceso educativo.

1.1.8 Medición del nivel de presión sonora

La unidad de medida del sonido es el decibel (dB) y el equipo que se emplea para medir el ruido se denomina sonómetro. El indicador más sencillo de medir el ruido de manera instrumental es el Nivel de Presión Sonora (NPS), expresado en dB y corregido por el filtro (A) que permite que el sonómetro perciba las frecuencias sonoras de manera similar a como las escucha el oído humano (NPS dB(A)).

Los sonómetros pueden ser de 4 tipos:

- Tipo 0: estos tipos de sonómetros son usados como referencia en laboratorios.

- Tipo 1: estos son equipos de precisión; es decir, nos proporcionan mediciones exactas.
- Tipo 2: los sonómetros de este tipo se emplean con mayor frecuencia a nivel de industrias, se emplean para realizar estudios de supervisión.
- Tipo 3: menos usados, son considerados únicamente como indicadores del nivel de ruido (medidas aproximadas).

A su vez, un sonómetro puede ser integrador o no:

- Sonómetro integrador: reporta el nivel de presión sonora equivalente a lo largo de todo el periodo de medición. Se emplean para medir el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de cualquier tipo de ruido.
- Sonómetro no integrador: este equipo se utiliza para medir solo el nivel de presión acústica ponderado A (L_pA) del ruido estable.

1.2 Marco contextual

1.2.1 Ley del medio ambiente 1333

Tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, que es deber del Estado y la sociedad garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente pueda disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades, el control de la calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social. La Secretaria Nacional y las Secretarías Departamentales del Medio Ambiente, promoverán y ejecutaran acciones para hacer cumplir con los objetivos del control de la calidad ambiental, debiéndose Preservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población, Normar y regular la utilización del medio ambiente en beneficio de la sociedad y su conjunto, Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades con efectos nocivos o peligrosos para la salud o que deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

Es el Estado a través de sus organismos competentes, quienes regularan y controlaran los niveles de ruidos, originados en actividades comerciales, industriales, domesticas, de transporte u otras a fin de preservar y mantener la Salud y bienestar de la población.

1.2.2 Reglamentación en materia de contaminación atmosférica del medio ambiente

Aprobada mediante “Decreto Supremo 24176” de fecha 8 de diciembre de 1995, donde se hace referencia a que el Estado y la Sociedad tienen la obligación a que toda persona ejerza su “derecho a la vida, disfrutar de un ambiente sano agradable”, Indicando que es obligatorio su cumplimiento por las personas naturales colectiva pública y privada que desarrollen actividades industriales, comerciales, agropecuarias domésticas, siendo atribuciones y competencias del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, emitir normas técnicas para la prevención y control de la contaminación atmosférica en coordinación con los organismos sectoriales competentes.

En el capítulo II del Reglamento mencionado la autoridad a nivel Departamental hoy Gobernación deberá, promover la asistencia y orientación técnica dirigidas a la prevención y

control de contaminación atmosférica, con Atribuciones en el marco de su jurisdicción y competencia, ejecutará acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica, en el marco de los lineamientos políticas y normas nacionales.

En el Cap. V DE LA EVALUACION Y CONTROL DE RUIDOS CONTAMINANTES, la emisión de ruido no debe exceder los “límites permisibles” de emisión señalados en el anexo 6, “además.

1.2.3 Reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero – RASIM

Según el reglamento del sector industrial manufacturero en el anexo 12 establece los límites permisibles de emisión de fuentes fijas y móviles. En la tabla siguiente se identifica los valores para actividades que generen ruido.

Tabla 1. Límites máximos permisibles de emisión de ruidos

CARACTERÍSTICA DE LA ZONA	PERIODO DE EXPOSICIÓN PERMANENTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE dB(A)
Industrial	Entre 8:00 y 22:00 Horas	70
	Entre 22:00 y 8:00 Horas	65
Comercial	Entre 8:00 y 22:00 Horas	65
	Entre 22:00 y 8:00 Horas	60
Viviendas y oficinas	Entre 8:00 y 22:00 Horas	60
	Entre 22:00 y 8:00 Horas	55
Hospitales	las 24 horas del día	55

Nota.- Se entiende por colindancias al predio, la parte externa del predio en todas las direcciones existentes según el plano de ubicación de la unidad industrial.

1.2.4 Contexto geográfico de Sucre

El contexto geográfico de Sucre es fundamental para comprender la ubicación y el entorno natural de esta ciudad de Bolivia, que tiene una relevancia histórica, cultural y política significativa. A continuación, se detallan algunos aspectos del contexto geográfico de Sucre:

Ubicación Geográfica, Sucre, oficialmente conocida como La Ciudad de la Plata, es la capital constitucional de Bolivia y se encuentra ubicada en el departamento de Chuquisaca, en el sur de Bolivia. Sus coordenadas geográficas son aproximadamente 19°02' de latitud sur y 65°15' de longitud oeste.

Altitud, Sucre está situada a una altitud aproximada de 2.800 metros sobre el nivel del mar, lo que la convierte en una ciudad de altura en los Andes bolivianos.

Clima, la ciudad de Sucre tiene un clima subtropical de altura, con temperaturas moderadas y estables a lo largo del año. Las temperaturas promedio oscilan entre los 10°C y los 20°C, con variaciones estacionales mínimas.

Topografía, Sucre está ubicada en un valle rodeado por cerros y montañas de la cordillera de los Andes. Su topografía presenta una combinación de llanuras y elevaciones suaves, lo que la convierte en un área propicia para la agricultura y el desarrollo urbano.

Recursos Naturales, la región de Sucre cuenta con una rica biodiversidad y una variedad de recursos naturales, incluyendo suelos fértiles, recursos hídricos y una flora y fauna diversa.

Patrimonio Histórico y Cultural, Sucre es reconocida por su arquitectura colonial bien conservada, sus iglesias históricas y sus calles empedradas. Además, es considerada como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO desde 1991, lo que resalta su importancia cultural y turística a nivel internacional.

1.2.5 Características del radio urbano

El radio urbano de Sucre, al igual que en muchas ciudades, presenta una serie de características que definen su configuración, estructura y funcionalidad dentro del contexto urbano. A continuación, se describen algunas de estas características:

Densidad Poblacional, el radio urbano de Sucre suele ser más densamente poblado que las áreas rurales circundantes. Aquí se concentra la mayor parte de la población de la ciudad, con una alta concentración de viviendas, comercios, instituciones públicas y servicios.

Infraestructura Urbana, en el radio urbano se encuentra la infraestructura básica de la ciudad, como calles pavimentadas, redes de agua potable y alcantarillado, alumbrado público, transporte público, entre otros servicios. Además, suelen ubicarse edificaciones de mayor altura y densidad, como edificios de apartamentos, oficinas y comercios.

Centro Histórico, en muchos casos, el radio urbano incluye el centro histórico de la ciudad, que se caracteriza por su arquitectura colonial, plazas, calles empedradas y edificaciones históricas. En Sucre, el centro histórico es especialmente relevante debido a su importancia cultural y patrimonial.

Actividades Comerciales y Culturales, el radio urbano concentra una amplia variedad de actividades comerciales, culturales y recreativas. Aquí se encuentran tiendas, mercados, restaurantes, teatros, museos, centros culturales y otros espacios destinados al esparcimiento y la recreación.

Zonas Residenciales, dentro del radio urbano se pueden identificar diferentes zonas residenciales, que van desde áreas de vivienda de alta densidad en el centro hasta zonas residenciales más amplias y tranquilas en las periferias. Estas áreas suelen estar diferenciadas por características socioeconómicas y urbanísticas.

Equipamientos Urbanos, en el radio urbano se encuentran también numerosos equipamientos urbanos, como escuelas, hospitales, centros de salud, estadios, parques y áreas verdes. Estos espacios contribuyen al bienestar y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

1.2.6 Problemas Ambientales en Sucre

Sucre, al igual que muchas otras ciudades, enfrenta una serie de problemas ambientales que afectan la calidad de vida de sus habitantes y el equilibrio de sus ecosistemas. Algunos de los problemas ambientales más significativos en Sucre incluyen:

Contaminación del Aire, la contaminación del aire es un problema grave en Sucre, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas y con alto tráfico vehicular. Las emisiones de gases contaminantes provenientes de vehículos, industrias y actividades domésticas contribuyen a la mala calidad del aire, lo que puede tener efectos negativos en la salud de la población y en el medio ambiente.

Contaminación del Agua, la contaminación del agua es otro problema ambiental importante en Sucre, principalmente debido a la descarga de aguas residuales sin tratar en ríos y cuerpos de agua cercanos. Esto puede provocar la contaminación de fuentes de agua potable y afectar la salud de las personas, así como la biodiversidad acuática.

Gestión de Residuos Sólidos, la gestión inadecuada de los residuos sólidos es un problema común en Sucre, con la acumulación de basura en calles, ríos y áreas periurbanas. La falta de infraestructura y políticas efectivas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos contribuye a la contaminación ambiental y representa un riesgo para la salud pública.

Deforestación y Pérdida de Biodiversidad, la deforestación y la pérdida de biodiversidad son preocupaciones ambientales importantes en Sucre, especialmente en áreas periurbanas y rurales. La expansión urbana, la agricultura intensiva y otras actividades humanas están contribuyendo a la degradación de los ecosistemas naturales y la pérdida de hábitats importantes para la flora y fauna nativa.

Cambio Climático, si bien no es exclusivo de Sucre, el cambio climático es un problema global que también afecta a la ciudad. El aumento de las temperaturas, los eventos climáticos extremos y los cambios en los patrones de precipitación pueden tener impactos significativos en la agricultura, la disponibilidad de agua, la salud pública y la infraestructura urbana.

1.2.7 Antecedentes de contaminación acústica

Los antecedentes de estudios sobre contaminación acústica en Sucre son fundamentales para comprender la situación actual y las posibles medidas de mitigación que se pueden implementar. Aunque puede no haber una cantidad significativa de investigaciones específicas sobre contaminación acústica en Sucre, es posible encontrar estudios relacionados con el ruido ambiental en ciudades similares de Bolivia o en entornos urbanos en general. Algunos de los antecedentes relevantes podrían incluir:

Estudios sobre Tráfico Vehicular, investigaciones que analizan el impacto del tráfico vehicular en el ruido ambiental en ciudades bolivianas proporcionarían información relevante para comprender cómo este factor contribuye a la contaminación acústica en Sucre.

Mediciones de Ruido Urbano, estudios que han realizado mediciones de ruido en áreas urbanas de Bolivia pueden ofrecer datos sobre los niveles de ruido existentes en entornos similares al de Sucre.

Evaluaciones de Impacto Ambiental, proyectos de evaluación de impacto ambiental que han considerado el ruido como un factor ambiental en proyectos de construcción, infraestructura vial u otras actividades humanas en Bolivia pueden proporcionar información sobre los efectos del ruido en áreas urbanas.

Investigaciones en Salud Pública, Estudios que investigan los efectos del ruido en la salud pública pueden ser relevantes para comprender los posibles impactos en la población de Sucre y la importancia de abordar la contaminación acústica desde una perspectiva de salud.

Normativas y Regulaciones, Análisis de las normativas y regulaciones existentes en Bolivia en relación con el control del ruido y la protección contra la contaminación acústica podrían ofrecer información sobre el marco legal y las políticas relacionadas con este tema.

1.2.8 Equipo monitor de ruido ambiental

Sonómetro Digital, Marca PCE, Modelo 322A, Rangos de Medición 30 – 80 dB; 50 – 100 dB; 80 – 130 dB; 30 – 130 dB (Autorango), Frecuencia A/C, Tiempo Fast/Slow, Clase 2.

El sonómetro es especialmente apto para medir el ruido en el ámbito de la industria, la salud, la seguridad y el medioambiente. El sonómetro incluye una función registro que permite almacenar hasta 32.700 valores. Esto lo convierte en un equipo ideal para registros prolongados. Puede conectar el sonómetro a un PC a través del cable USB.

También es posible realizar una medición en tiempo real y ver los valores directamente en pantalla. El software ofrece una lectura en forma de tabla y como gráfico. Todos estos datos pueden ser exportados a Excel. El sonómetro dispone de una salida analógica y otras características únicas en este tipo de modelos.

- Rangos Low 30 ... 80 dB
- Medium 50 ... 100 dB
- High 80 ... 130 dB
- Auto 30 ... 130 dB
- Rango dinámico 50 dB
- Pantalla LCD de 4 dígitos
- Resolución 0,1 dB
- Precisión ±1,4 dB
- Actualización de valores en pantalla 2 veces por segundo
- Frecuencia 31,5 Hz ... 8 kHz
- Memoria 32700 registros
- Ponderación de frecuencia A y C
- Ponderación temporal Rápido (125 milisegundos)
- Lento (1 segundo)
- Tipo de micrófono Micrófono de condensador eléctrico
- Funciones VaValores MIN, MAX, HOLD y alarma
- Salida analógica AC/DC
- Auriculares

- Interfaz USB
- Desconexión automática A los 15 minutos de inactividad
- Condiciones ambientales 0 0 ... +40 °C, <90 % H.r.
- Condiciones de almacenamiento -10 ... +60 °C, 10 ... 75 % H.r.
- Alimentación Pila de 9 V (aprox. 30 h en continuo)
- Fuente de alimentación
- Dimensiones 280 x 95 x 45 mm
- Peso Aprox. 350 g
- Norma IEC 61672-1 (clase II)

Las características técnicas del sonómetro y el certificado de calibración expedido por IBMETRO se encuentran en el ***Anexo 2 Características Técnicas y Certificado de Calibración del Sonómetro*** del presente documento.

CAPITULO II DIAGNÓSTICO

2.1 Diagnóstico

La instalación está situada en la Avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz, en la salida hacia Cochabamba, dentro del área urbana de la ciudad de Sucre.

La siguiente imagen ilustra la ubicación de las instalaciones de la yasería, donde se puede apreciar la proximidad de viviendas familiares.

Figura 2. Ubicación geográfica de la instalación



En las proximidades de la fábrica de yeso se encuentran varias residencias familiares. Cada una de estas viviendas alberga a personas de diversas edades, con un promedio de cuatro a seis miembros por familia. Además, en cada vivienda tiene en promedio tres familias.

2.1.1 Resultado del diagnóstico de la instalación

La fábrica de yeso es un lugar donde se lleva a cabo el proceso de producción de yeso, un material ampliamente utilizado en la construcción. A continuación, se describe el proceso general de fabricación del yeso:

1. Extracción de la materia prima: El yeso se extrae de canteras o minas, generalmente en forma de rocas de yeso natural. Estas rocas se seleccionan cuidadosamente y se almacenan para su uso en el proceso de fabricación.
2. Trituración: Las rocas de yeso se trituran en fragmentos más pequeños para facilitar su manejo y procesamiento posterior. Este proceso de trituración se realiza mediante trituradoras de quijada o quebradoras.
3. Deshidratación: El polvo de yeso se somete a un proceso de deshidratación para eliminar la mayor parte del contenido de agua. Esto se logra mediante técnicas de calcinación a altas temperaturas y presiones controladas. La deshidratación del yeso es fundamental para obtener cristales de mínima porosidad y forma regular, lo que garantiza la dureza y resistencia del producto final.
4. Molienda: El yeso se somete a un proceso de molienda para reducirlo a partículas muy finas. Esto facilita la deshidratación del material y permite obtener un polvo fino de yeso.
5. Almacenamiento y distribución: Una vez que el yeso ha sido procesado y deshidratado, se empaca en sacos de 20 kilos, listos para su comercialización y uso en la industria de la construcción.

En conclusión, la fábrica de yeso es un lugar donde se lleva a cabo el proceso de trituración, deshidratación, molienda, y empaque y almacenamiento del yeso, con el objetivo de obtener un producto final de calidad que se utiliza en diversas aplicaciones de la construcción.

Según el flujo de producción, se observa que los procesos que generan ruido están asociados principalmente a la etapa de trituración y molienda.

2.1.1.1 Descripción de la etapa de trituración

La etapa de trituración en una yesería es fundamental dentro del proceso de producción del yeso. Durante esta fase, las rocas de yeso extraídas de las canteras o minas se reducen en tamaño

mediante equipos especializados, como trituradoras, para obtener partículas más pequeñas y manejables.

El proceso de trituración comienza con la alimentación de las rocas de yeso en la trituradora primaria, donde se reduce su tamaño inicial mediante fuerzas mecánicas. Posteriormente, el material triturado se transporta a través de cintas transportadoras o sistemas similares hacia las trituradoras secundarias, donde se continúa reduciendo su tamaño hasta alcanzar la granulometría deseada.

La trituración del yeso tiene como objetivo principal obtener un producto homogéneo y de tamaño adecuado para las etapas posteriores del proceso, como la molienda y la calcinación. Además, la trituración permite liberar el yeso de impurezas y materiales no deseados que puedan estar presentes en las rocas originales.

Es importante destacar que durante la etapa de trituración se generan niveles variables de ruido y polvo, por lo que es necesario implementar medidas de control ambiental y de seguridad para proteger la salud de los trabajadores y minimizar el impacto en el entorno. Esto puede incluir el uso de equipos de protección personal, sistemas de ventilación adecuados y el mantenimiento regular de los equipos para reducir el riesgo de accidentes y mejorar la eficiencia del proceso.

La planta está equipada con cuatro trituradoras dispuestas en paralelo, lo que facilita un proceso de triturado continuo y altamente eficiente. En la imagen siguiente se observa la disposición de un equipo de triturado.

Figura 3. Equipo de triturado



Como se puede apreciar en la imagen previa, el equipo de trituración de piedras de yeso funciona con energía eléctrica, siendo sus componentes motores que activan el mecanismo de trituración. Cuando se introduce la carga (piedra de yeso) en la tolva de alimentación, comienza la generación de ruido, así como la emisión de polvo en suspensión. Es en este momento de triturado que debe realizarse el monitoreo de ruido ambiental.

2.1.1.2 Descripción de la etapa de trituración

La etapa de molienda en la producción de yeso es una fase crucial que sigue a la trituración inicial de las rocas de yeso. En este proceso, el material triturado se reduce aún más en tamaño y se convierte en un polvo fino mediante el uso de molinos especializados. Esta etapa es fundamental para obtener un producto final de alta calidad y granulometría adecuada para su uso en diversas aplicaciones.

Durante la molienda, el material triturado se introduce en el molino, donde es sometido a fuerzas mecánicas y de fricción. Dependiendo del tipo de molino utilizado, como molinos de bolas, molinos verticales o molinos de rodillos, el yeso triturado es pulverizado y refinado hasta alcanzar el tamaño de partícula deseado. Este proceso se lleva a cabo en un entorno controlado, donde se ajustan parámetros como la velocidad de rotación del molino, la carga de material y la duración del proceso para obtener el resultado deseado. A continuación, se muestra la disposición de cuatro equipos de molienda presentes en la planta de yeso.

Figura 4. Disposición de equipos para molienda



La molienda del yeso tiene como objetivo principal mejorar su reactividad química y física, así como su capacidad para mezclarse homogéneamente con otros materiales en la etapa de producción siguiente, como en la fabricación de cemento, placas de yeso laminado, o en la construcción de paredes y techos.

Es importante destacar que durante la etapa de molienda también se pueden generar niveles de ruido y polvo, por lo que es esencial implementar medidas de control ambiental y de seguridad para proteger la salud de los trabajadores y minimizar el impacto en el entorno. Esto puede incluir el uso de sistemas de ventilación eficientes, equipos de protección personal y el mantenimiento regular de los equipos para garantizar un proceso de molienda eficaz y seguro.

2.1.1.3 Identificación de puntos de monitoreo

Según la normativa, el monitoreo del ruido ambiental debe llevarse a cabo en los cuatro puntos cardinales. El procedimiento tomado para este estudio está en base a la Norma Boliviana Técnica NB 62006 y el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Se consideró que el equipo de medición este a una altura vertical de 1.20 [m] a 1.50 [m] sobre el suelo y a una distancia horizontal 3.5 [m] de cualquier estructura reflectante.

En cada punto se tomó una medición en la curva de ponderación (A) durante 15 minutos con intervalos de 1 segundo cada uno, para luego calcular el Nivel de Presión Sonora Equivalente Leq (A), con el sonómetro digital en su función Data Logger para cada punto se tomara 900 datos.

La determinación del Nivel de Presión Sonora Equivalente en cada punto Leq (A) será de acuerdo a los datos recolectados en las condiciones normales de trabajo y condiciones meteorológicas favorables, no se realizó mediciones en presencia de fuertes vientos, lluvia, etc.

No se realizó la corrección de ruido de fondo porque durante las mediciones no se presentaron interferencias significativas en las mismas.

El promedio del Nivel de ruido equivalente Leq (A), se obtiene del cálculo logarítmico, descrito en la norma boliviana NB 62006 (punto 7).

En el Anexo 1 se adjunta un reporte fotográfico de las actividades de toma de datos en campo.

El ruido generado y por sus características de la actividad es fluctuante, que lleva al cálculo del factor Z, para determinar el Leq real.

A continuación, la imagen exhibe la identificación de los puntos de monitoreo para el ruido ambiental.

Figura 5. Ubicación de puntos para monitoreo ambiental



La zona de producción está delimitada por un recuadro rojo, como se muestra en la imagen anterior, y los puntos de monitoreo abarcan toda la instalación industrial. Tanto el punto 1 como el punto 2 limitan con viviendas familiares, lo que los hace de especial importancia debido a su conexión con la generación de ruido ambiental, que puede afectar la salud humana.

Por otro lado, el punto 3 y el punto 4 colindan con la avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz. Aunque estos puntos están próximos a la fuente de generación de ruido, que son los equipos de trituración y molienda, su relación con las viviendas es distinta.

Los puntos corresponden a las siguientes coordenadas geográficas:

PUNTOS	ESTE (UTM)	SUR (UTM)
1	263238.00 m E	7896354.00 m S
2	263249.00 m E	7896276.00 m S
3	263284.00 m E	7896198.00 m S
4	263309.00 m E	7896294.00 m S

2.1.1.4 Monitoreo de ruido ambiental

El monitoreo ambiental en el **punto 1** se llevó a cabo de manera continua durante un período de 15 minutos. Para ello, se utilizó la función de almacenamiento de datos del sonómetro, capturando un dato por segundo, lo que totalizó 900 datos. Una vez recopilados estos datos, se procedió al cálculo del valor conocido como nivel de ruido ambiental equivalente.

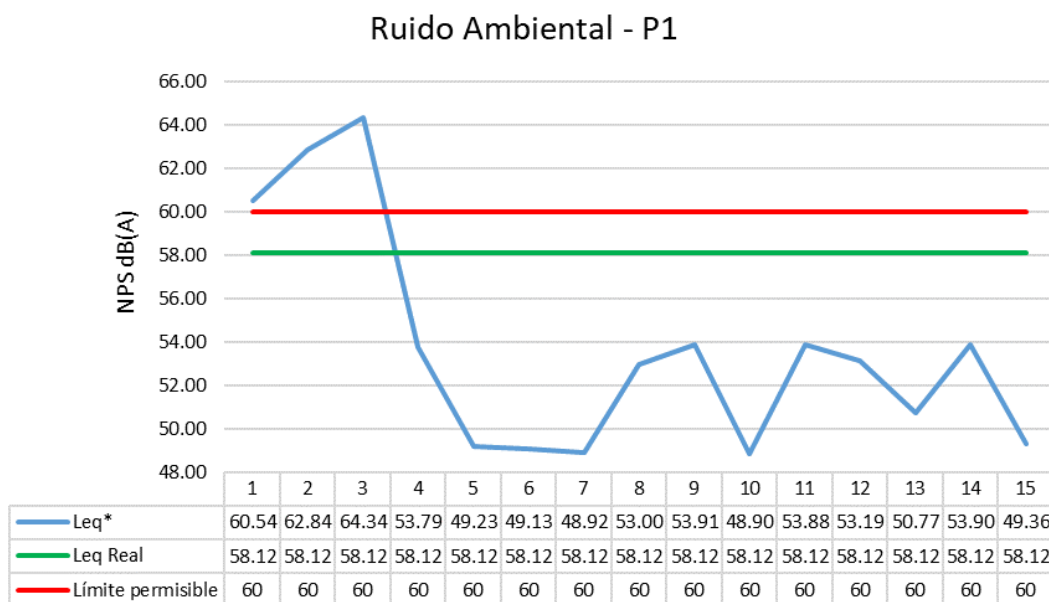
La disposición del sonómetro para el monitoreo de ruido ambiental se presenta en la siguiente imagen, se observa la disposición en el frontis de la instalación, posición norte, siguiendo el procedimiento establecido en la norma técnica NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición y el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Figura 6. Monitoreo ambiental en el punto 1



La imagen siguiente proporciona una representación visual del comportamiento de los datos recopilados durante el monitoreo del ruido ambiental.

Figura 7. Representación monitoreo ambiental Punto 1



En la gráfica previa, se evidencia que el nivel de ruido ambiental aparentemente comienza con una cifra considerablemente alta, superando el límite máximo permitido. Luego, los valores disminuyen notablemente, situándose por debajo de dicho límite. Además, el valor ponderado (Leq) se posiciona dos decibeles por debajo del nivel máximo permitido.

El monitoreo ambiental en el **punto 2** se llevó a cabo de manera continua durante un período de 15 minutos. Para ello, se utilizó la función de almacenamiento de datos del sonómetro, capturando un dato por segundo, lo que totalizó 900 datos. Una vez recopilados estos datos, se procedió al cálculo del valor conocido como nivel de ruido ambiental equivalente.

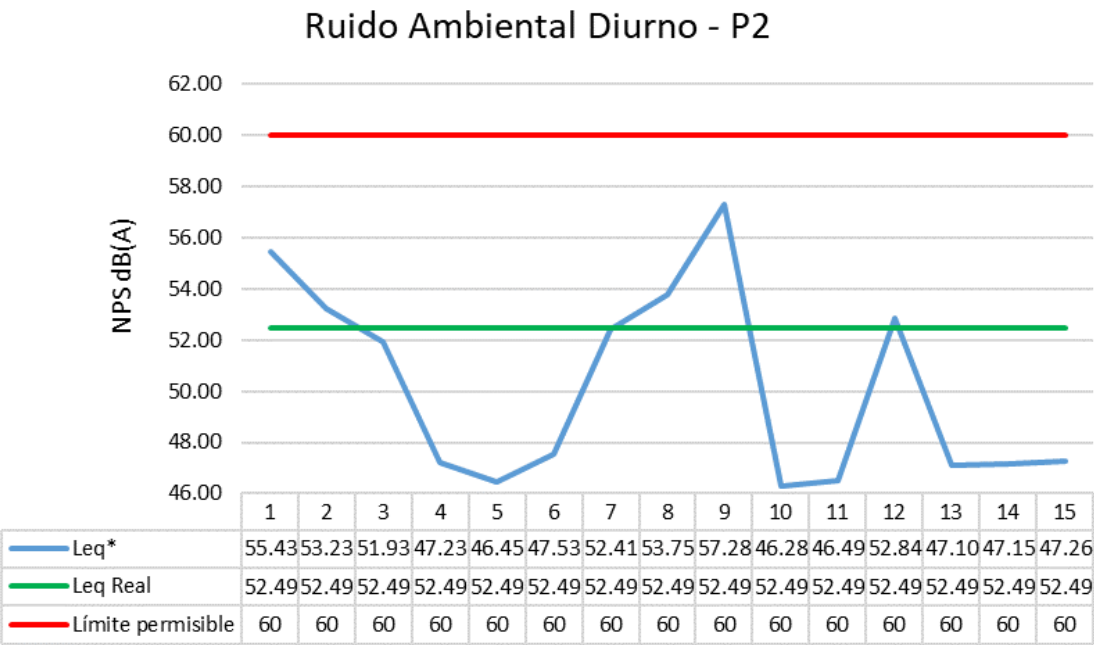
La disposición del sonómetro para el monitoreo de ruido ambiental se presenta en la siguiente imagen, se observa la disposición en el muro de la instalación, posición oeste, siguiendo el procedimiento establecido en la norma técnica NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición y el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Figura 8. Monitoreo ambiental en el Punto 2



La imagen siguiente proporciona una representación visual del comportamiento de los datos recopilados durante el monitoreo del ruido ambiental.

Figura 9. Representación monitoreo ambiental Punto 2



En la gráfica anterior, se observa que el nivel de ruido ambiental inicialmente se sitúa notablemente por debajo del límite máximo permitido. A lo largo del tiempo, los valores se mantienen consistentemente por debajo de este límite. Asimismo, el valor ponderado (L_{eq}) se ubica ocho decibeles por debajo del nivel máximo permitido.

El monitoreo ambiental en el **punto 3** se llevó a cabo de manera continua durante un período de 15 minutos. Para ello, se utilizó la función de almacenamiento de datos del sonómetro, capturando un dato por segundo, lo que totalizó 900 datos. Una vez recopilados estos datos, se procedió al cálculo del valor conocido como nivel de ruido ambiental equivalente.

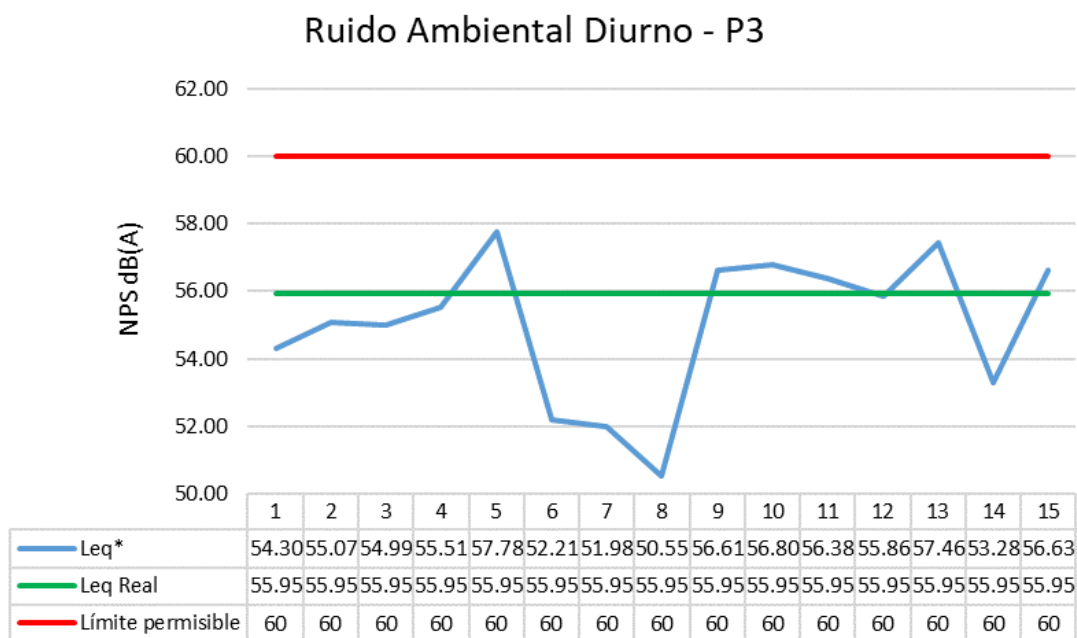
La disposición del sonómetro para el monitoreo de ruido ambiental se presenta en la siguiente imagen, se observa la disposición en el ingreso de maquinaria pesada de la instalación, posición sur, siguiendo el procedimiento establecido en la norma técnica NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición y el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Figura 10. Monitoreo ambiental en el Punto 3



La imagen siguiente proporciona una representación visual del comportamiento de los datos recopilados durante el monitoreo del ruido ambiental.

Figura 11. Representación monitoreo ambiental Punto 3



En la gráfica anterior, se observa que el nivel de ruido ambiental inicialmente se sitúa notablemente por debajo del límite máximo permitido. A lo largo del tiempo, los valores se mantienen consistentemente por debajo de este límite. Asimismo, el valor ponderado (Leq) se ubica cuatro decibeles por debajo del nivel máximo permitido.

El monitoreo ambiental en el **punto 4** se llevó a cabo de manera continua durante un período de 15 minutos. Para ello, se utilizó la función de almacenamiento de datos del sonómetro, capturando un dato por segundo, lo que totalizó 900 datos. Una vez recopilados estos datos, se procedió al cálculo del valor conocido como nivel de ruido ambiental equivalente.

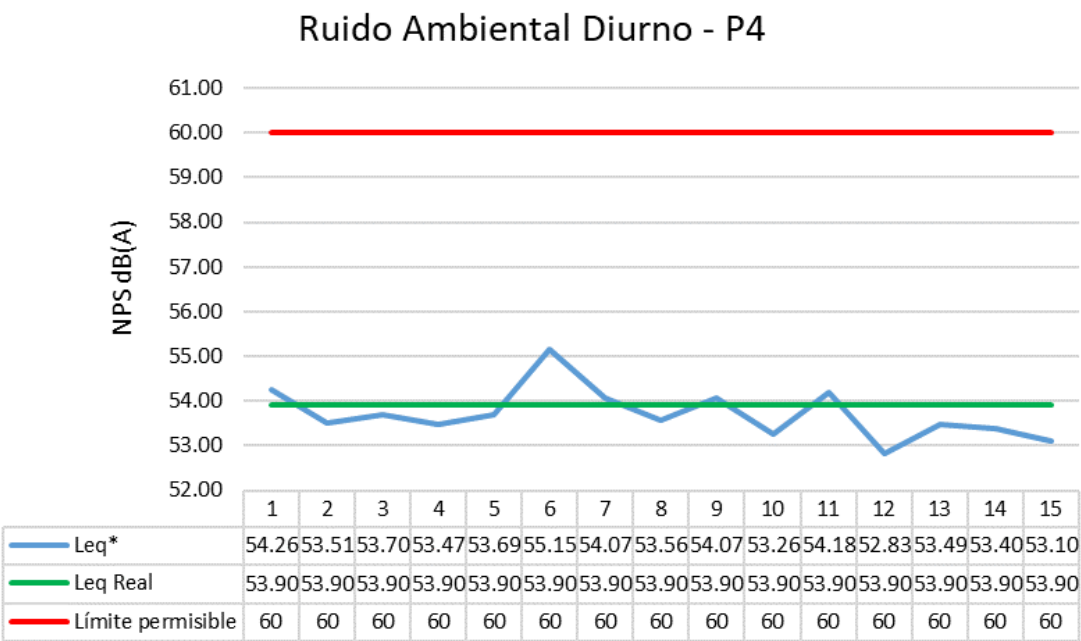
La disposición del sonómetro para el monitoreo de ruido ambiental se presenta en la siguiente imagen, se observa la disposición en el área de producción de la instalación, posición este, siguiendo el procedimiento establecido en la norma técnica NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición y en el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Figura 12. Monitoreo ambiental en el Punto 4



La imagen siguiente proporciona una representación visual del comportamiento de los datos recopilados durante el monitoreo del ruido ambiental.

Figura 13. Representación monitoreo ambiental Punto 4



En la gráfica anterior, se observa que el nivel de ruido ambiental inicialmente se sitúa notablemente por debajo del límite máximo permitido. A lo largo del tiempo, los valores se mantienen consistentemente por debajo de este límite. Asimismo, el valor ponderado (L_{eq}) se ubica cuatro decibeles por debajo del nivel máximo permitido.

2.1.1.5 Resultados del monitoreo de ruido ambiental

Se toma como referencia el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C, donde se expresa que el límite máximo permisible de emisión de ruido en fuentes fijas aplica de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2. Valores máximos permisibles de ruido ambiental

Fuente	Característica de la zona	Diurno 08:00 a 22:00	Nocturno 22:00 a 08:00
Fija	Viviendas y oficinas	60 dB(A)	55 dB(A)

Fuente: Anexo 12 C del RASIM

Es necesario aclarar que este reglamento admite una variación de +10% sobre los límites mencionados.

Se selecciona este valor (60 dB(A)) dado que la unidad industrial está ubicada en una zona urbana, donde predominan áreas residenciales. Considerando las características de esta área, y el horario de operación de la instalación industrial, que es continuo desde las 8 de la mañana hasta las 4 de la tarde, se establece un límite máximo permisible de contaminación ambiental de 60 decibeles.

En la tabla a continuación se presentan los resultados del monitoreo de ruido ambiental para los cuatro puntos específicos. Estos puntos fueron estratégicamente ubicados en los cuatro puntos cardinales, cumpliendo en todo momento con la normativa técnica boliviana NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición y el Reglamento Ambiental para el Sector industrial Manufacturero (RASIM), el cual hace alusión a la contaminación acústica mediante el anexo 12-C.

Tabla 3. Valores obtenidos del monitoreo de ruido ambiental

Punto	Tiempo de medición [min]	Límite permisible [dB(A)]	Mínimo [dB(A)]	Máximo [dB(A)]	Leq* [dB(A)]	Factor Z*	Leq real [dB(A)]
Punto 1	15	60	41.50	71.60	57.09	1.03	58.12
Punto 2	15	60	39.20	72.60	51.76	0.73	52.49
Punto 3	15	60	40.80	70.60	55.47	0.48	55.95
Punto 4	15	60	51.90	56.70	53.75	0.15	53.90

En la tabla anterior, se observa que el punto uno tiene un valor máximo de 71,60 decibeles y un valor mínimo de 41,50 decibeles, con un valor ponderado del Leq real de 58,12 decibeles durante 15 minutos. Este último valor se encuentra por debajo del máximo permitido, indicando así que el monitoreo en el punto uno cumple con el anexo 12-C del RASIM.

En la misma tabla el punto dos presenta un valor máximo de 72,60 decibeles y un valor mínimo de 39,20 decibeles, con un valor ponderado del Leq real de 52,49 decibeles durante 15 minutos. Este último valor se encuentra por debajo del máximo permitido, indicando así que el monitoreo en el punto uno cumple con el anexo 12-C del RASIM.

En relación al punto 3 presenta un valor máximo de 70,60 decibeles y un valor mínimo de 40,80 decibeles, con un valor ponderado del Leq real de 55,95 decibeles durante 15 minutos. Este último valor se encuentra por debajo del máximo permitido, indicando así que el monitoreo en el punto uno cumple con el anexo 12-C del RASIM.

Finalmente, el punto 4 presenta un valor máximo de 56,70 decibeles y un valor mínimo de 51,90 decibeles, con un valor ponderado del Leq real de 53,9 decibeles durante 15 minutos. Este último valor se encuentra por debajo del máximo permitido, indicando así que el monitoreo en el punto uno cumple con el anexo 12-C del RASIM.

Los resultados del monitoreo ambiental realizado en la instalación de la yesería, según el anexo 12 del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM) y la norma técnica NB 62006 Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición, indican que no se está generando contaminación acústica en el medio ambiente, especialmente en las viviendas residenciales habitadas por familias..

2.1.2 Resultados de afectación a la salud humana

Al observar los resultados del monitoreo ambiental, donde los 4 puntos evaluados se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 60 decibeles aplicando la normativa 62006 y el anexo 12-C del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero, podemos afirmar que la yesería cumple con los niveles máximos permisibles en su proceso de producción. Los resultados del monitoreo ambiental del ruido se sitúan por debajo del límite máximo permisible, lo que lleva a concluir que no hay contaminación que afecte la salud de las familias que residen cerca de la instalación.

Se descarta la contaminación de la salud de las personas debido a la generación de ruido ambiental en las actividades de la yesería, en aspectos como:

- El sueño.
- La salud cardiovascular.
- El estrés.
- La comunicación oral.

2.2 Análisis y discusión de resultados

Para el análisis de los resultados se evaluarán dos aspectos importantes:

- Análisis de los resultados del monitoreo de ruido ambiental.
- Afectación a la salud humana por la contaminación acústica.

2.2.1 Análisis a los resultados del monitoreo de ruido ambiental

El análisis de los resultados del monitoreo de ruido ambiental cerca de la Yesería Giménez en la zona urbana de Sucre es fundamental para comprender el impacto de la contaminación acústica en la comunidad local. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados del monitoreo de ruido ambiental:

Identificación de Niveles de Ruido

- Se identificaron los niveles de ruido registrados en cada punto de monitoreo a lo largo del predio de estudio como establece la norma técnica NB 62006 Calidad de aire – Emisiones de fuentes fijas – Determinación de niveles de presión sonora – Equipo de medición.
- Se compararon los niveles de ruido medidos con los límites establecidos por las normativas nacionales para evaluar el grado de cumplimiento.
- Todos los puntos evaluados se encuentran debajo del límite máximo permisible según el Anexo 12 del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero RASIM.

Variaciones Temporales

- Se analizaron las variaciones en los niveles de ruido a lo largo del monitoreo por un periodo de 15 minutos por punto, para identificar patrones de comportamiento.
- Los cambios principalmente se deben a actividades externas a la yesería, como ser el tránsito vehicular (autos, camionetas y motocicletas), el paso de personas y la presencia de animales principalmente de canes.

Variaciones Espaciales

- Se compararon los niveles de ruido medidos en los distintos puntos de monitoreo para evaluar posibles variaciones espaciales.

- Se identificaron diferencias significativas en los niveles de ruido entre los puntos cercanos y alejados de la fuente de ruido (Yesería Giménez).
- Sin embargo, todos los puntos evaluados se encuentran debajo del límite máximo permisible según el Anexo 12-C del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero.

2.2.2 Afectación a la salud humana por la contaminación acústica

El análisis de la afectación a la salud humana por la contaminación acústica generada por la Yesería Giménez en la zona urbana de Sucre es crucial para comprender los posibles riesgos y efectos adversos que esta situación puede tener en la población local. A continuación, se presenta un análisis detallado de los posibles impactos en la salud humana:

Estrés y Trastornos del Sueño

- La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede provocar estrés crónico en los individuos, lo que a su vez puede desencadenar una variedad de problemas de salud física y mental.
- El ruido constante durante el día y la noche puede interferir con el sueño, causando trastornos del sueño como insomnio, dificultad para conciliar el sueño o despertares frecuentes, lo que afecta la calidad de vida de las personas

Problemas Cardiovasculares

- Estudios han demostrado que la exposición a niveles altos de ruido puede estar asociada con un mayor riesgo de desarrollar problemas cardiovasculares, como hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular y accidentes cerebrovasculares.
- La contaminación acústica crónica puede desencadenar respuestas fisiológicas de estrés en el cuerpo, lo que a su vez puede contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares

Problemas Auditivos

- La exposición a niveles excesivos de ruido puede causar daño auditivo, especialmente si los niveles de ruido superan los límites seguros durante períodos prolongados.

- La contaminación acústica puede provocar pérdida de audición temporal o permanente, zumbido en los oídos (tinnitus) y otros problemas auditivos que afectan la calidad de vida de las personas expuestas

Impacto en la Salud Mental

- El ruido constante y excesivo puede tener un impacto negativo en la salud mental de las personas, aumentando el riesgo de ansiedad, depresión y otros trastornos psicológicos.
- La contaminación acústica puede afectar el bienestar emocional y psicológico de los individuos, generando un ambiente poco propicio para la salud mental

Necesidad de Medidas de Mitigación

- Ante los posibles efectos adversos en la salud humana derivados de la contaminación acústica, es fundamental implementar medidas de mitigación efectivas para reducir los niveles de ruido y proteger la salud de la población afectada.
- La identificación de los impactos en la salud humana por la contaminación acústica resalta la importancia de abordar.
- La generación de ruido por las actividades de la yasería cumple con los límites permisibles establecidos en el Anexo 12-C del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero, situándose por debajo de los 60 decibeles.

2.3. Conclusiones y Recomendaciones

2.3.1 Conclusiones

- La operación de la Yasería Giménez en la zona urbana de Sucre genera niveles bajos de ruido que no afectan negativamente la salud y el bienestar de la comunidad circundante. La exposición prolongada por la yasería no provoca estrés, trastornos del sueño, problemas cardiovasculares y auditivos, lo que resalta la importancia de evaluar y mitigar estos impactos.
- Es fundamental que la Yasería Giménez cumpla con las normativas locales y nacionales relacionadas con la contaminación acústica para proteger la salud pública y el bienestar de los residentes en las áreas cercanas. El incumplimiento de estas normativas podría resultar en sanciones y medidas regulatorias que buscan garantizar un ambiente sonoro saludable para la comunidad.
- La evaluación del impacto acústico generada por la operación de la Yasería Giménez es crucial para identificar los efectos en la salud y el bienestar de la comunidad local. Este análisis permitirá tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias de mitigación efectivas para proteger a la población afectada por la contaminación acústica.

2.3.2 Recomendaciones

- Se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo de la contaminación acústica en las inmediaciones de la Yasería Giménez para evaluar regularmente los niveles de ruido y verificar el cumplimiento de las normativas ambientales. Este monitoreo permitirá identificar posibles aumentos en los niveles de ruido y tomar medidas correctivas de manera oportuna.
- Es importante capacitar al personal de la Yasería Giménez en buenas prácticas ambientales y en el manejo adecuado de la contaminación acústica. El personal debe estar consciente de los impactos del ruido en la salud humana y en el entorno urbano, así como de las medidas de mitigación que deben implementarse para reducir estos efectos adversos.
- Es imprescindible que la Yasería Giménez cumpla estrictamente con las normativas relacionadas con la contaminación acústica. Esto incluye respetar los límites de emisión de ruido establecidos en las regulaciones ambientales y someterse a inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de dichas normativas.

Referencias bibliográficas

- Berglund, B. L. (1999). *Directrices para el ruido comunitario*. USA: Organización Mundial de la Salud.
- Harris, C. (1977). *Introducción y terminología. Un Manual para el control del ruido*. Madrid: Instituto de estudios de administración local.
- Muñoz, M. A. (2016). *Efectos del ruido en la salud humana: una revisión bibliográfica*. USA: Revista Biomédica, 36(4), 586-598.
- Perea, X. y. (2014). *Percepción del ruido por parte de habitantes del barrio gran limonar de la comuna 17 en la ciudad de Cali*. Cali: Santiago de Cali.
- Pérez, V. C. (2003). *Fundamentos de televisión analógica y digital*. Cantabria: Universidad de Cantabria.

ANEXO 1 REPORTE FOTOGRÁFICO

Interior de las instalaciones de la yesería



Ubicación de los puntos para el monitoreo



ANEXO 2 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO

SONOMETRO DIGITAL PCE - 322A

Equipo	Sonómetro	Modelo	PCE-322A	
Rango de frecuencia	31,5 Hz a 8KHz			
Rango de medición	30 a 130 dB			
Micrófono	1 microfono de condensador electret de 1,27 cm			
Pantalla	LCD, 4 dígitos			
Resolución	0.1 dB			
actualización de la pantalla	0,5 s			
Constante de tiempo	FAST (125 ms), SLOW (1 s)			
Rangos de medicion	Lo: 30 - 80 dB			
	Med: 50 - 100 dB			
	Hi: 80 - 130 dB			
	Auto: 30 - 130 dB			
Precisión	±1,4 dB (bei 94 dB @ 1KHz)			
Valor Min/Max	de retención para los valores máximos y mínimos			
Salida AC	1 Vrms			
Impedancia de salida	aprox. 100 Ohm			
Salida DC	10 mV / dB			
Impedancia de salida	1 KΩ			
Alimentación	9 V			
Auto-apagado	tras 15 minutos de inactividad Max.			
Corriente requerida	<30 mA DC			
Memoria	hasta 262.100 puntos; los datos se guardan automáticamente tras 15000 datos de medición durante la medición a tiempo real con el medidor conectado a un ordenador			
Temperatura durante el funcionamiento	de - 20,0°C - 60 °C			
Humedad permitida durante el	de 10 hasta 90 % RH			
Dimensiones	278 (L) x66 (A) x33 (Alt) mm			
Peso	252g			



