

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**“MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS
ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL
CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI,
PERÍODO 2014 - 2015”.**

**Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Medio
Ambiente**

AUTORES:

**SÁNCHEZ VARGAS JORGE ENRIQUE
SANTANA TELLO MARCO RAMIRO**

DIRECTORA:

Ing. ALICIA PORRAS.

LATACUNGA – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, SÁNCHEZ VARGAS JORGE ENRIQUE Y SANTANA TELLO MARCO RAMIRO; declaramos bajo juramento que el trabajo descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado en ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo nuestro derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

POSTULANTES:

Sánchez Vargas Jorge Enrique

C.I. 0501471577

Santana Tello Marco Ramiro

C.I. 0502784861

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Alicia Porras, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Directora de la Presente Tesis de Grado: **“MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 - 2015”**.

De autoría de los Señores Sánchez Vargas Jorge Enrique y Santana Tello Marco Ramiro, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente.

CERTIFICO: Que ha sido prolijamente realizadas las correcciones emitidas por el Tribunal de Tesis. Por lo tanto Autorizo la presentación de este empastado; mismo que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

Salache, Febrero 2015

Ing. Alicia Porras

DIRECTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

LATACUNGA - COTOPAXI - ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de defensa de tesis de los señores postulantes: **Sánchez Vargas Jorge Enrique y Santana Tello Marco Ramiro**, con el Tema: **“MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 - 2015”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos continuar con el trámite correspondiente.

MSc. Patricio Clavijo

Presidente del Tribunal

Dr. Polivio Moreno
Secretario del Tribunal

Ing. Ivonne Endara
Opositor del Tribunal



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

LATAACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN SUMMARY

Yo, **Mgs. Amparo Romero**, con cédula de identidad N°**050136918-5**, en mi calidad de profesor del idioma inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico haber revisado el resumen de la Tesis de los Sres. **Sánchez Vargas Jorge Enrique y Santana Tello Marco Ramiro**, egresados de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Dejando el contenido bien estructurado y libre de errores.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente documento como crea conveniente.

Lo certifico:

.....

Lic. Amparo Romero

050136918-5

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por acogernos en sus instalaciones y permitir culminar con nuestros estudios superiores.

A los docentes de la carrera de ingeniería en medio ambiente por su tiempo y apoyo incondicional.

A la Ing. Alicia Porras directora de tesis, por la dirección técnica para el desarrollo y culminación de este trabajo de tesis.

¡Gracias!

Jorge Enrique Sánchez Vargas

Marco Ramiro Santana Tello

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de forma muy especial a Dios por haberme guiado en todo este tiempo.

A mis padres Enrique Sánchez y Mercedes Vargas porque ellos siempre están a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para cumplir todas mis metas.

A mi esposa Mónica, por su amor y comprensión para cumplir con una etapa más en mi vida profesional.

A mis hijos Joseth y Mateo por ser la fuerza que me motivó a cumplir con este objetivo.

Jorge Enrique Sánchez Vargas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme bendecido en todo este tiempo.

A mi padre Carlos que siempre estuvo a mi lado apoyándome y que repentinamente Dios lo llevó a su lado, a mi madre Gloria por su cariño y consejos, a mis hermanos Fanny y Paco por su apoyo incondicional

A mi esposa Clara Inés, por su amor y comprensión para cumplir con una etapa más en mi vida profesional.

A mis hijas Evelyn y Marilyn por ser la inspiración y la razón de mi vida.

Los amo.

Marco Ramiro Santana Tello

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICACIÓN	iv
CERTIFICACIÓN SUMMARY	v
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE	ix
RESUMEN	xiii
I. PROBLEMATIZACIÓN	xv
II. JUSTIFICACIÓN	xvii
III. OBJETIVOS	xviii
GENERAL	xviii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xviii
I. INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. El Ruido	1
1.1.1 Definición	1
1.1.2 Características Físicas del Ruido	2
1.1.2.1 Nivel de exposición	2
1.1.2.2 Velocidad del Sonido	2
1.1.2.3 Frecuencia	3
1.1.2.4 Espectro	4
1.1.3 Parámetros del Ruido	4
1.1.3.1 Periodo, T	5

1.1.3.2 Frecuencia, F	5
1.1.3.3 Presión sonora, P	6
1.1.3.4 Intensidad sonora, I	6
1.1.4 Tipos de Ruido.....	6
1.1.4.1 Ruido Continuo	7
1.1.4.2 Ruido Estable	8
1.1.4.3 Ruido Variable.....	8
1.1.4.4 Ruido Intermitente.....	8
1.1.4.5 Ruido Impulsivo	8
1.1.4.6 Ruido Tonal	9
1.1.4.7 Ruido de Fondo	9
1.1.5 Fuentes Generadoras de Ruido	10
1.1.5.1 Las industrias.....	11
1.1.5.2 Las Constructoras.....	11
1.1.5.2 Los Vehículos Automotores	11
1.2. Técnicas y Equipos de Monitoreo de Ruido.....	15
1.2.1 Técnicas de Monitoreo de Ruido.	15
1.2.2 Monitoreo de Ruido Ambiental	15
1.2.2.1 Pasos para Monitorear el Ruido Ambiental.....	18
1.2.3 Equipos de Monitoreo de Ruido Ambiental. “Sonómetro”	19
1.2.3.1 Componentes Básicos de un Sonómetro	21
1.2.3.2 Clasificación de los Sonómetros Según el Tipo	22
1.3. Contaminación Acústica.....	25
1.4. ASERRADEROS.....	26
1.4.1 Introducción.....	26
1.4.2 Proceso Productivo en un Aserradero.	27
1.4.3 Riesgos para la Seguridad y la Salud en las Serrerías.....	30
1.5. Estrategias de Reducción de Ruido.....	31
1.5.1 Reducción de Ruido en la Fuente Emisora.....	31
1.5.2 Actuaciones Sobre el Medio de Trasmisión.....	32

1.5.3	Uso de Materiales Absorbentes.....	33
1.5.4	Aislamientos.....	34
1.5.5	Casetas Sono - Amortiguadoras.....	34
1.5.6	Apantallamiento	34
1.5.7	Cerramiento	35
1.5.8	Acondicionamiento Acústico de Interiores.....	35
1.5.9	Actuaciones Sobre el Receptor	35
1.6.	Materiales de Control del Tiempo de Reverberación	36
1.7.	NORMATIVA VIGENTE.....	38
1.7.1	Constitución Política de la República del Ecuador, Publicada en el R.O. nº 449 del 20 de octubre del 2008.....	38
1.7.2	Ley de Gestión Ambiental	39
1.7.2.1	Capítulo II de La Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental	39
1.7.3	Código de la Salud.....	39
1.7.4	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)....	40
1.8.	Marco Conceptual.....	46
	CAPÍTULO II	50
2.	DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	50
2.1.	Diseño Metodológico.....	50
2.2.1	Tipos de Investigación.....	50
2.2.2	Métodos y Técnicas.....	51
2.2.2.1	Métodos	51
2.2.2.2	Técnicas.....	51
2.2.3	Materiales y Equipos.....	52
2.2.3.1	Materiales:	52
2.2.3.2	Equipos.....	52
2.2.4	Metodología.....	53
2.2.4.1	Georreferenciación	55
2.2.4.2	Toma de Datos	56
2.2.5	Descripción del Área de Estudio	57

2.2.5.1 Descripción General del Cantón Salcedo	57
2.2.5.2 Generalidades	57
2.2.5.3 Caracterización del Área de Estudio	58
2.3. Interpretación de Resultados.....	60
2.3.1 Descripción del Proceso Productivo de un Aserradero	60
2.3.1.1 Fase primaria.....	60
2.3.1.2 Fase secundaria.....	61
2.4 Resultados del Monitoreo del Ruido Ambiental en los Aserraderos.....	61
CAPÍTULO III	68
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN PARA LA SIERRA CIRCULAR DE MESA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ASERRADERO “SÁNCHEZ”	68
3.1. Introducción	68
3.2 Justificación.....	69
3.3. OBJETIVO.....	70
3.3.1 Objetivo General	70
3.3.2 Objetivos Específicos.....	70
3.4. Diseño y Materiales para el Sistema de Insonorización	71
3.4.1 Diseño	71
3.4.2 Materiales Empleados.....	72
3.4.3 Descripción Sistema Implementado	74
3.4.3.1 Proceso y Maquinaria	74
3.4.3.2 Dimensiones.....	74
3.4.3.3 Construcción	75
3.4.4 Presupuesto	77
3.5. Monitoreo de los Niveles de Ruido Antes, Durante y Después de la Implementación del Sistema de Insonorización.	79
3.5.1 Datos Registrados	79
3.5.1.1 Comparación de los Niveles de Ruido Registrados Durante la Implantación del Sistema de Insonorización	79
3.5.1.2 Comparación de los Niveles de Ruido Registrados Antes y Después de la Implementación del Sistema de Insonorización.	80

3.6 Eficiencia del Sistema de Insonorización Implementado	82
3.6.1 Índice de Aislamiento Acústico	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS	90

TEMA DE TESIS

“MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 - 2015”.

AUTORES: SÁNCHEZ VARGAS JORGE ENRIQUE
SANTANA TELLO MARCO RAMIRO

DIRECTORA: ING. ALICIA PORRAS

RESUMEN

Uno de los problemas medioambientales más comunes y que afectan en mayor grado al ser humano es el incremento de los niveles sonoros indeseables. La exposición prolongada al ruido, ya sea en la vida cotidiana o en el puesto de trabajo, puede causar problemas médicos, como hipertensión y enfermedades cardíacas. El presente trabajo se basó en estudio del ruido generado por los aserraderos que se encuentran dentro del perímetro urbano del Cantón Salcedo, el cual permitió identificar los procesos y la maquinaria que cuentan dichas industrias, en el estudio se utilizó un sonómetro tipo 2 con el que se registró los siguientes resultados: En la fase primaria, en el proceso de aserrado (sierra circular) se obtuvo el 91,6 dB(A) de ruido generado en este proceso, mientras que en la fase secundaria se registró 101,3 dB(A) para el proceso de aserrado secundario (sierra circular de mesa), 93,4 dB(A) para el proceso de cepillado y 85,5 dB(A) para el proceso de canteado; con estos resultados se identificó la industria y el proceso que mayor contaminación acústica generaba. Posterior se implementó un sistema básico de insonorización para reducir el ruido generado por la maquinaria; dando como resultado una reducción de 19,7 dB (A) que equivale al 19,44 % de eficiencia.

ABSTRACT

"ENVIRONMENTAL NOISE MONITORING IN THE URBAN PERIMETER SAWMILLS, IN SALCEDO CANTON, COTOPAXI PROVINCE, PERIOD 2014 - 2015".

One of the most common environmental problems that disproportionately strong effect the human being is the undesirable noise levels increase. The noise exposure prolonged, whether in daily life or in the workplace can cause medical problems such as: hypertension and heart disease. This research was based on the noise study which is generated in sawmills which are located within the urban area in Salcedo Canton. Also, it helps to identify the processes and machinery that has in their industries. This study applied a sonómetro type 2. These results were recorded: In the primary phase: the sawing process (circular saw) 91.6 dB (A) noise generated in this process was obtained while in the secondary phase 101.3 dB (A) was recorded for the process sawing side (circular table saw), 93.4 dB (A) for the process of brushing and 85.5 dB (A) for the edging process. These results identified the industry that generated more noise pollution. Later, basic soundproofing was implemented in order to reduce the noise generated by machinery. It gave as a result a reduction of 19.7 dB (A). It is equivalent to 19.44% efficiency

I. PROBLEMATIZACIÓN

La contaminación ambiental en la actualidad no limita fronteras y afecta a todo el planeta, esto ha ocasionado el agotamiento de los recursos naturales, el aumento de la población que da como resultado al aumento del tamaño de las ciudades y muchos otros factores, es decir han ocasionado la pérdida de la calidad de vida y la degradación del entorno físico en general.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2003 señala al respecto que la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. Se ha dicho por organismos internacionales, que según un informe de la OMS, considera los 70 dB A, como el límite superior deseable para las industrias.

En el país, se ha clasificado las industrias de la madera en base a sus características y fines, el criterio más usado para esta clasificación es el grado de transformación de la madera, generando dos categorías: Industria primaria y secundaria. El sector industrial de tableros, que encaja en la primera categoría, inicia en Ecuador en la década de los sesenta y está conformado por los siguientes segmentos: chapas, tableros contrachapados y alistonados; tableros aglomerados y tableros de fibras MDF. El tablero contrachapado está compuesto por chapas de madera extraídas de las trozas por corte rotativo en tornos. Las empresas fabricantes de este tipo de tablero son: Plywood, Endesa, Botrosa, Codesa y Arboriente S.A. Los tableros aglomerados son planchas hechas con una mezcla de partículas de madera que se prensan en condiciones de presión y temperatura controladas. Acosa y Novopan son las empresas fabricantes. Por otro lado, los tableros MDF se fabrican con una mezcla de fibras de

madera (generalmente de pino). En Ecuador, ACOSA es la única empresa que realiza este tipo de tableros.

En la provincia de Cotopaxi existen alrededor de 425 industrias según la cámara de comercio, que se encuentran ubicadas en sectores que afectan a poblaciones urbanas entre las cuales tenemos: agroindustrias y alimentos, automotriz, construcción, muebles, servicios petroleros, entre otras. La planta de Aglomerados COTOPAXI (ACOSA), es uno de los mayores complejos madereros industriales de la región.

En el cantón Salcedo una de las principales actividades económicas es el aprovechamiento y la comercialización de madera aserrada, los distintos procesos productivos y la ubicación de estas industrias, que se encuentran dentro del perímetro urbano, generan ruido, ocasionando malestar a las personas que residen cerca de las mismas.

Uno de los problemas de la contaminación acústica es que no siempre es fácil evaluar los peligros asociados con niveles de ruido no excesivamente intensos, pues en estos casos las lesiones se producen después de una exposición prolongada. Además, el ruido no afecta a todas las personas por igual, pues no depende de las características físicas del mismo, sino también del estado físico y psíquico de cada persona en el momento de la audición.

II. JUSTIFICACIÓN

El ruido, causada por energía sonora es considerado como un verdadero problema ya que los aserraderos que generan ruidos en el cantón Salcedo deberían estar ubicados en sectores destinados para la actividad industrial y no en sectores urbanos, pudiendo ser aceptada hasta en sectores comerciales mixtas.

La presente investigación se efectúa debido a la gran problemática ambiental, particularmente a la contaminación acústica que enfrenta el casco urbano de la ciudad de Salcedo, a nivel ambiental se pretende mediante un adecuado monitoreo ambiental definir fuentes y niveles sonoros dentro de las fases de producción de productos derivados de la madera para sobre ello y en comparación a la Legislación Ambiental Vigentes en el Ecuador plantear acciones a fin de reducir, prevenir, controlar y minimizar niveles de ruido ambiental indeseables.

Los beneficiarios directos de la presente investigación constituyen los involucrados en el proceso productivo de los aserraderos, las familias que habitan en el área de influencia directa e indirectamente la sociedad en general del casco urbano del cantón Salcedo.

III. OBJETIVOS

GENERAL

Determinar los niveles de ruido provocado por el proceso productivo en los aserraderos mediante el monitoreo In Situ, para la elaboración de una propuesta de mitigación, en el perímetro urbano del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, periodo 2014.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de los aserraderos ubicados en el casco urbano del cantón Salcedo, en el tema de generación del ruido mediante un trabajo de campo.
- Determinar los niveles de ruido generados en los aserraderos mediante el monitoreo In Situ, con la utilización de un sonómetro.
- Implementar la propuesta de un sistema de insonorización para mitigar el ruido ambiente de una fuente generadora, en el aserradero que genere mayores niveles de ruido.

I. INTRODUCCIÓN

El sonido es uno de los componentes fundamentales en la vida del hombre, permite la comunicación y la percepción de sensaciones placenteras, sin embargo el aumento del mismo se transforma en ruido. El ruido es la sensación de auditiva no deseable y desagradable que llega a nuestros oídos.

En los últimos años la contaminación acústica, ha sido el resultado del incremento de las actividades humanas

Hoy en día uno de los problemas más comunes y que afectan en mayor intensidad es la contaminación producida por el ruido, siendo uno de los tantos problemas que incide en la calidad de vida de las personas, la causa principal para que se produzca el ruido es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios, las industrias que se encuentran asentadas dentro de los límites del perímetro urbano.

Los efectos producidos por el ruido pueden ser físicos, como la pérdida de audición y problemas psicológicos, como la irritabilidad exagerada, falta de concentración al realizar una actividad.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El Ruido

1.1.1 Definición

KRYTER (1985), manifiesta que el ruido “Es una energía acústica audible que afecta adversamente al bienestar fisiológico y psicológico de la persona”. (p 2).

Según SEOANEZ Calvo. (2000). Es todo sonido no deseable y desagradable que llegue a nuestros oídos. También se lo puede definir como la sensación auditiva no deseable que se produce al ser captado por el órgano auditivo. (Pág. 247).

Aunque tradicionalmente se sabe que la fuente más común de ruido se encuentra en los lugares de trabajo, cada vez más podemos encontrarlos en la casa, en los espacios de recreación, escuelas, etc. y esto provoca que ahora todos los miembros de la sociedad estén siendo afectados sin importar edad o sexo.

El oído no ha sido diseñado para la audición de ruidos que superen los niveles que puedan encontrarse en la naturaleza. “La audición es una función esencial para la comunicación entre los seres humanos, el intercambio de información, la identificación de sonidos placenteros, etc.

1.1.2 Características Físicas del Ruido

Según BUREAU V. (2008). La energía sonora emitida por una fuente se propaga a través de cualquier medio materia (sólido, líquido o gaseoso) y lo hace con una velocidad característica de dicho medio, pero no es capaz de hacerlo en el vacío, en ausencia de aire. p.21.

Según HERREROS, (2005), La molestia causada por el ruido está relacionada con algunas sus características físicas que a continuación detallamos:

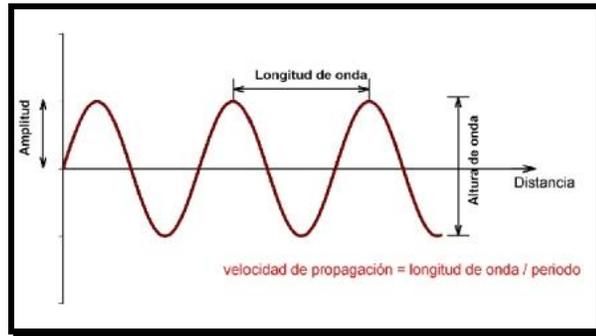
1.1.2.1 Nivel de exposición

Los altos niveles de ruido tienen más efectos negativos y son más molestos. De acuerdo a la OMS recomienda un máximo de exposición a un ruido de 85 dB (A) durante 8 horas por día. Una posible lesión auditiva es poco probable por debajo de 75 dB A. Por cada 3 decibelios adicionales, el ruido el doble de fuerte incrementa el riesgo de lesiones, con lo que el tiempo de exposición debe reducirse a la mitad.

1.1.2.2 Velocidad del Sonido

Velocidad de propagación del sonido: Distancia que avanza la onda por unidad de tiempo, medida en una determinada dirección de propagación. Unidades S.I.: m/s. Depende de la presión, humedad, temperatura, etc.

GRÁFICO 1: VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO

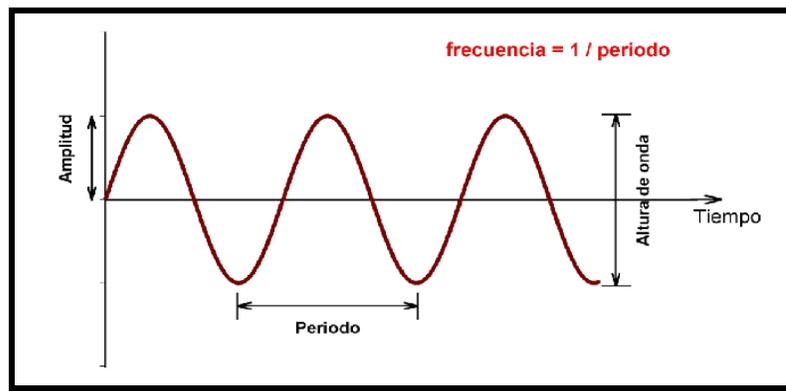


FUENTE: HERREROS, (2005)

1.1.2.3 Frecuencia

El oído es más sensible a las altas frecuencias que a las bajas. Como consecuencia, el ruido de alta frecuencia es más preocupante y molesto que el ruido de baja frecuencia.

GRÁFICO 2: DEMOSTRACIÓN AUDIOMETRÍA



FUENTE: HERREROS, (2005)

1.1.2.4 Espectro

Es la molestia provocada por el ruido es mayor en el caso de tonos puros (o sonidos que tengan componentes tonales) que el caso del ruido de banda ancha indicado por cambios temporales: La molestia es mayor en el caso del ruido intermitente, que en el caso de ruido continuo.

Existen más elementos que influyen en el nivel de molestia auditiva: Por ejemplo, la molestia será mayor en el caso del ruido reverberante (o con eco) que en el caso del ruido fijo o inmóvil y mucho mayor en el caso del ruido "inteligible" (radio de los vecinos), que en el caso del ruido ininteligible (viento).

1.1.3 Parámetros del Ruido

La frecuencia de un sonido y de una onda acústica en general, es una magnitud física muy importante pues:

Según BUREAU V. (2008). "El oído humano de un adulto normal solo es capaz de detectar ondas acústicas entre 20 y 20000 Hz" (SONIDOS). (Pág. 247)

- Infrasonidos: 0-20 Hz

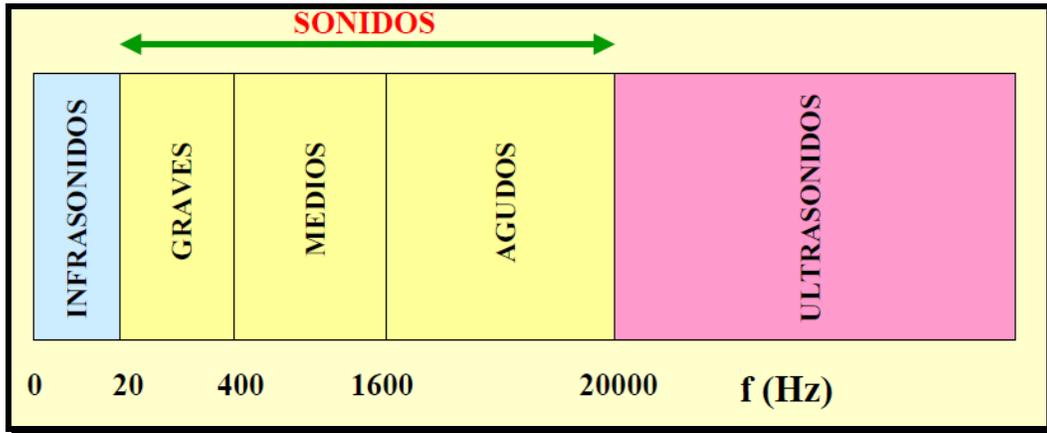
- Graves: 20-400 Hz

- Medios: 400-1600 Hz

- Agudos: 1600-20.000 Hz

- Ultra sonidos: más de 20.000 Hz

GRÁFICO 3: ONDAS ACÚSTICAS



FUENTE: BUREAU V. (2008)

1.1.3.1 Periodo, T

Tiempo en segundos, que tardan en hacer una oscilación completa, es decir, hasta que las partículas vuelven a su posición inicial.

1.1.3.2 Frecuencia, F

Número de vibraciones por unidad de tiempo. Se expresa en Herz (Hz). La frecuencia es inversamente proporcional al periodo: $F=1/T$.

La clasificación de los sonidos es:

- Sonido graves: 20-200 Hz.
- Sonidos medios: 200-2.000 Hz.
- Sonidos agudos: 2.000-20.000 Hz

Por debajo de 20 Hz las ondas reciben el nombre de infrasonidos y por encima de los 20.000 Hz el de los ultra sonidos.

➤ Un **infrasonido** es una onda acústica u onda sonora cuya frecuencia está por debajo del espectro audible del oído humano (aproximadamente 20 Hz).

➤ El **ultrasonido** es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del umbral de audición del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz).

1.1.3.3 Presión sonora, P

Según BUREAU V. (2008). La medida de variación de presión en un punto determinado define la presión sonora de la onda. (Pág. 248).

1.1.3.4 Intensidad sonora, I

Es la energía que atraviesa una unidad de superficie normal a la dirección de la propagación de la onda, y está directamente relacionada con la presión sonora eficaz. La intensidad de los sonidos varía inversamente con el cuadrado de la distancia desde el punto donde es evaluado el ruido.

1.1.4 Tipos de Ruido

Las características del ruido que hacen que el hombre le preste atención son los tonos o cambios en el nivel sonoro. Cuanto más destacable sea el tono o más abrupto sea el cambio de nivel sonoro más perceptible es el ruido. Existen distintos tipos de ruido dependiendo de sus características.

JARAMILLO (2007), “Establece una clasificación de los diversos tipos de ruido, haciendo intervenir el factor intensidad, el tono y la duración en la siguiente forma:” (p10).

- Ruido intenso y único: detonaciones y explosiones.

- Ruido suave y persistente que puede ser continuo, rítmico o arrítmico.

- Ruido intenso y permanente que puede ser igualmente continuo, rítmico o arrítmico.

Para SANGUINETI (2010), los tipos de ruido son:

1.1.4.1 Ruido Continuo

El ruido continuo se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo: ventiladores, bombas y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido solo basta medirlo durante unos pocos minutos con un equipo manual (p8).

Según CORTEZ 2010, Se entiende por ruido continuo o estacionario, aquel en el que el NPA (Nivel de Presión Acústica) se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos estos se producen en intervalos menores de un segundo. (Ruido de ventilador, máquina de fabricación continua, etc.) Los ruidos continuos pueden ser: estables o variables. (p5).

1.1.4.2 Ruido Estable

Cuando su NPA ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. Cuando realizada la medición con el sonómetro en SLOW la diferencia de valores máximo y mínimo es inferior a 5 dB(A).

1.1.4.3 Ruido Variable

Cuando el NPA oscila más de 5 dB(A) a lo largo del tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables, por ejemplo en una jornada de trabajo: 1 hora a 85 dB(A), 5 horas a 91 dB(A), 2 horas a 93 dB(A).

1.1.4.4 Ruido Intermitente

Cuando la maquinaria opera en ciclos o cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye abruptamente. Para cada ciclo de una fuente de ruido de maquinaria, el nivel de ruido puede medirse simplemente como un ruido continuo. Pero también debe de tomarse en cuenta la duración del ciclo. (p8).

1.1.4.5 Ruido Impulsivo

El ruido de impactos o explosiones, por ejemplo de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo. Es breve y abrupto, y su efecto sorprendentemente causa mayor molestia de la esperada (Para cuantificar el impulso del ruido, se puede utilizar la diferencia entre un parámetro con respuesta rápida y uno de respuesta lenta. (p8).

Según CORTEZ (2010). Se entiende por ruido de impacto o de impulso aquel en el que el NPA (Nivel de Presión Acústica) decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúan en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos (p.5).

1.1.4.6 Ruido Tonal

Los tonos molestos pueden verse generados de dos maneras:

Frecuentemente las maquinas con partes rotativas tales como: motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos.

También pueden generar tonos los flujos pulsantes de líquidos o gases que se producen por causa de procesos de combustión o restricción del flujo. Los tonos pueden ser identificados subjetivamente escuchándolos u objetivamente mediante análisis de frecuencias.

1.1.4.7 Ruido de Fondo

TYLER (2002), “El ruido de fondo es la señal sonora que se mide cuando la fuente en estudio no esta emitiendo ruido”. (p.11).

Para evitar los errores en la medida, en primer lugar debe averiguarse si es posible que el ruido de fondo esté afectando el resultado. Midiendo con la fuente evaluada encendida y apagada, se notará si el ruido producido por esta es importante. Si la diferencia entre ambas mediciones es pequeña (menos de 3 dB), la medida no es fiable. Si al encender la fuente de ruido la medida varía en más de 10 dB, el ruido de fondo no tiene influencia en la medida.

El ruido de fondo está afectando a la medida en cierto grado. Por lo tanto, esta medida debe ser corregida por ruido de fondo. Este proceso, consiste en restar ambas medidas siguiendo una sencilla formula.

$$L_s = 10 \log(10^{0.1L_s+n} - 10^{0.1L_n})$$

Dónde:

$L_s + n$ corresponde a la medición con la fuente evaluada encendida.

L_n corresponde a la evaluación del ruido de fondo.

Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, es básico que el ruido de fondo no supere los 55 dB(A); sin embargo, este nivel suele ser superado ampliamente (colegios ubicados en el centro de la capital están expuestos a 60 dB(A) y, en algunos casos, a 70 dB(A)), dificultando la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento de los alumnos, además del desgaste de las cuerdas vocales, sordera por exposición acumulativa al ruido y síntomas relacionados con el estrés, la irritabilidad, pérdida de concentración y fatiga en los profesores.

1.1.5 Fuentes Generadoras de Ruido

El ruido se ha convertido en un contaminante atmosférico peligroso, característico de las grandes ciudades o de las zonas industriales.

Según CROEM, (2009). Las principales fuentes generadoras de ruido son:

1.1.5.1 Las industrias

La propagación del ruido producido en el interior de las industrias a las zonas circundantes de las instalaciones industriales pueden dar lugar a problemas de ruido ambientales cuando estas están densamente pobladas. por lo general el ruido aumenta con la potencia de las máquinas, dándose los problemas más graves en el interior de las fábricas. En las industrias no es fácil que se produzcan sonidos puros a frecuencias determinadas, sino una multitud de sonidos simultáneos, en general se puede decidir que si el ruido proviene del funcionamiento de maquinaria de procesos que están ubicados en el interior del edificio será más rico en componentes de baja frecuencia, mientras que si viene de fuentes que emiten directamente al exterior (ventiladores, torres de refrigeración, etc.) será rico en componentes de alta frecuencia.

1.1.5.2 Las Constructoras

El ruido producido por la construcción de edificios y obras públicas está relacionado con la utilización de diversa maquinaria como hormigoneras, grúas, martillos neumáticos y compresores, operaciones de soldadura, martilleo.

1.1.5.2 Los Vehículos Automotores

➤ Tráfico Rodado

Este ruido es básicamente discontinuo: cuando un vehículo aislado se acerca al punto de observación, el nivel sonoro crece, llega a un máximo y decrece al alejarse el vehículo. Sin embargo un conjunto de vehículos forma un flujo de tráfico medio o denso circulando por una vía importante, produce un ruido más constante del que

sobresalen los picos debidos a automóviles defectuosos, vehículos pesados y algunas motocicletas. La velocidad de circulación tiene una gran influencia sobre el ruido emitido, observándose un aumento en el orden de los 9 dB(A) en el nivel sonoro cuando se duplica la velocidad media del tráfico. Normalmente es un ruido rico en componentes de baja frecuencia, procede tanto del motor y las transmisiones, como la fricción con el suelo y el aire.

➤ **El Tráfico Ferroviario**

El ruido producido por el tráfico ferroviario depende del tipo de locomotora, vagón y riel. Provoca problemas en las grandes estaciones, pero los mayores impactos sonoros se producen cuando se circulan a gran velocidad en las proximidades de zonas habitadas.

➤ **El Tráfico Aéreo**

El ruido producido en los aeropuertos provoca evidentes alteraciones en las condiciones de vida de la población en el entorno de los mismos y se extiende a áreas urbanas más o menos extensas, e incluso a áreas rurales. En este caso la producción de ruido se relaciona con la velocidad de movimiento del aire, siendo los focos que producen mayor impacto sonoro las operaciones de despegue y aterrizaje.

➤ **Las Actividades Humanas Desarrolladas en las Comunidades o Barrios:**

A parte de las ya descritas, existen otras muchas fuentes de ruido que pueden llegar a ser importantes. Así, el ruido en el interior de los edificios puede provenir de calderas acondicionadores de aire, etc. Hay que considerar el ruido producido por la vecindad,

actividades de ocio en bajos de vivienda, recogida de basuras, cortadoras de césped, etc.

Los daños que provocan los ruidos están relacionados con su magnitud y frecuencia, los aviones, por ejemplo, emiten intensidades muy altas, sin embargo, el ruido es temporal y las personas afectadas son generalmente las que viven cerca de los aeropuertos o las que trabajan en ellos.

FLORIDA (2007). Los efectos del ruido al ambiente se pueden sintetizar en:

- Problemas ambientales como el agotamiento de los recursos naturales a causa de la explotación económica incontrolada.
- El deterioro de la calidad de nuestra atmósfera y de nuestras aguas como consecuencia del desarrollo industrial mal planificado.
- La contaminación acústica a causa del tráfico.
- La desaparición en ocasiones irreversibles de muchas especies de la fauna y la flora a causa de la presión humana.

En general, la degradación del medio debida a la acción del hombre, están directamente relacionados con el trato agresivo y desconsiderado que se ha tenido con el medio ambiente, llegando a constituir una fuente importante de agresiones físicas, psicológicas y sociales.

Según CAPÓ, (2007).

La situación de degradación ambiental es especialmente evidente en el medio urbano, de hecho se podría decir que la ciudad se ha convertido en el símbolo de la crisis ambiental. La marginación de la cultura ambiental de la política urbana ha condicionado el desarrollo cuantitativo al cualitativo, siendo en gran medida responsable de la situación de deterioro actual. Así, en el campo de la planificación urbana se sigue aplicando los principios del funcionalismo expuestos en que preconizan la necesidad de una rigurosa separación de las actividades según la función y en la especialización de los usos del suelo lo que conlleva nefastas consecuencias para el medio urbano. El desarrollo zonal, la segregación espacial y social de las áreas metropolitanas ha convertido la vida urbana en algo extremadamente complejo al obligar a la población a incrementar considerablemente su movilidad y a hacer un uso continuado del coche, dado que en este modelo de ciudad el individuo se convierte en una entidad difícilmente dissociable del automóvil.

Los problemas a los que se enfrenta el medio ambiente urbano como consecuencia de esta práctica urbanística son variados y muy numerosos: saturación y congestión del espacio, contaminación atmosférica, ruido, pérdida creciente de espacios públicos devorados por el tráfico y, en definitiva, pérdida de tiempo, espacio y energía lo que incide de manera significativa en la salud y el bienestar de la población.

Según CAPÓ, (2007).

La degradación ambiental producida por el ruido, al igual que ocurre con otros factores contaminantes, incide de forma significativa y perceptible sobre la salud y el bienestar del hombre y de las comunidades. La salud, tal como muestran numerosos estudios, depende en gran medida de los factores medioambientales en los que se desarrolla la vida del hombre. En este sentido, el ruido puede llegar a romper ese

equilibrio o armonía transformándose en un factor de estrés y provocando numerosas perturbaciones tanto en la salud como en el comportamiento. El estudio de los efectos del ruido en el hombre ha sido foco de interés de numerosos investigadores, dando lugar a un gran número de estudios, tanto de laboratorio como de campo, y publicaciones durante las últimas décadas. Los efectos producidos por el ruido no son siempre cuantificables y en ocasiones ni siquiera conocidos, ya que dependen de la respuesta subjetiva de los individuos y de las distintas especies a las que puede afectar, por tanto en esos casos hay valorarlos una vez que ocurrieron.

1.2. Técnicas y Equipos de Monitoreo de Ruido

Normas INEN NTE y anexos, TULSMA libro VI de la Calidad Ambiental.

1.2.1 Técnicas de Monitoreo de Ruido.

Para FLORIDA (2007), Las técnicas de monitoreo son las acciones de observación, muestreo, medición y análisis de datos técnicos y ambientales, que se realizan para definir las características del medio o entorno, identificar los impactos ambientales de las actividades productivas, y conocer su variación o cambio durante el tiempo. pg.16.

1.2.2 Monitoreo de Ruido Ambiental

LABASTIDA 2009, El monitoreo de ruido ambiental son el muestreo que se realiza a través del sonómetro que nos permite medir objetivamente el nivel de presión sonora con lo que se podrá determinar el daño acústico ambiental. pg. 8.

Antes de realizar un monitoreo de ruido ambiental es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones generales como:

a) Condiciones y características del tipo de medición.- Definidas en la Ordenanza municipal correspondiente, fijadas por la administración, solicitadas por un cliente.

b) Planificación del muestreo.-Antes de iniciar las mediciones en el campo de debe planificar el muestreo considerando.

- Características de la fuente de ruido.
- Tipo de ruido emitido.
- Característica del receptor y del entorno que le rodea.

c) Verificación del equipo.- Al iniciar y a finalizar la medida, utilizando un calibrador acústico.

d) Para realizar la medida.- Lo más adecuado es utilizar un trípode que permita una buena estabilidad. Cuando no es posible, el técnico se situará en el plano normal al eje del micrófono y lo más separado posible de este.

e) Número de medidas.- En cada punto de medición se realizan un mínimo de dos medidas, considerando válidas las medidas individuales que no difieran en más de 2 dB (A).

f) Tiempo de medida.- Dependerá del tipo de ruido:

- Ruido continuo: Mínimo de 3 minutos .Si no es suficientemente representativo, el técnico decidirá el periodo de medida más adecuado.

- Ruido Impulsivo: 3 minutos.
- Ruido Impulsivo periódico: Periodo suficientemente largo para que sea representativo. Si no es posible determinar un periodo corto suficientemente representativo del ruido, se considera un tiempo de 3 horas.

g) Ruido de Fondo.- Cuando la norma, ordenanza o contrato exija el conocimiento del nivel sonoro del ruido del fondo, se efectuará la medida en un mínimo lugar que los puntos de medida y en el momento en que la molestia es más perceptible, pero con los emisores de ruido objeto de evaluación inactiva.

- En los casos en que la diferencia entre el nivel de ruido el nivel de ruido de fondo sea inferior a 3dB(A), el nivel de fondo se determinara haciendo la siguiente la corrección:

$$LA_{eqr} = 10 \log (10^{\log/10} - 10^{LA_f/10}).$$

- En los casos en que la diferencia entre el nivel de ruido y el nivel de ruido de fondo sea inferior de 3dB (A) se desestimaré la medida y se procederá a volver efectuar la medición en un periodo donde este sea más bajo.

h) Condiciones meteorológicas.- Se debe evitarse que las condiciones meteorológicas como la lluvia o el viento afecten al resultado de la medida.

- Se debe tomar las medidas, con la estación meteorológica, de presión atmosférica, humedad relativa, temperatura y velocidad del viento al inicio y al final de la medida.
- El tiempo de medida será como de un minuto.

Es aconsejable de disponer de hojas de campo para el registro *_In Situ_* de los resultado de las medidas y datos de interés.

1.2.2.1 Pasos para Monitorear el Ruido Ambiental

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente libro VI anexo 5.

El sonómetro se lo utiliza de la siguiente manera:

- a) Se desplaza en los puntos de muestreo mencionados para las áreas de análisis que se determinan, realizando mediciones durante un tiempo total de aproximadamente 5 horas en periodo diurno y cinco horas en periodos nocturno.
- b) Se usa una pantalla contra ruido para evitar interferencia en los datos generados por la presencia de vientos moderados.
- c) Se sigue los lineamientos sugeridos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.
- d) Se usa el sonómetro en la modalidad de respuesta lenta (slow) y utilizando la ponderación A.
- e) El micrófono se coloca a una altura de 1,5 metros sobre la superficie del suelo teniendo en cuenta superficies próximas que reflejen el sonido.
- f) Se toma en cuenta que el ruido de fondo sea por lo menos 10dB más bajo que el nivel de ruido monitoreado además que las velocidades de viento lleguen máximo hasta 10m/s de tal forma que no permita que el ruido turbulento enmascare la fuente de ruido en cuestión.

g) Se toman varias mediciones en cada área con un tiempo de estabilización de 5 a 10 segundos para los valores de ruido estable en un minuto.

h) Se analizan los datos para tener una medición promedio para los diferentes puntos.

1.2.3 Equipos de Monitoreo de Ruido Ambiental. “Sonómetro”

Este aparato permite medir objetivamente el nivel de presión sonora. Los resultados los expresa en decibeles (dB). Para determinar el daño auditivo, el equipo trabaja utilizando una escala de ponderación "A" que deja pasar sólo las frecuencias a las que el oído humano es más sensible, respondiendo al sonido de forma parecida que lo hace éste. El dispositivo consta de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura.

Según SEXTO (2007), “Se hace imprescindible considerar una serie de parámetros a la hora de realizar la selección de un sonómetro” pg. 31

Existe una variedad muy amplia de fuentes de ruido y de ambientes ruidosos. De la misma forma, es posible obtener varios indicadores que caracterizan a esas fuentes y paisajes sonoros. Esta situación determina que no siempre sean los mismos objetivos los que se persiguen cuando se decide realizar mediciones de ruido.

El sonómetro es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario (micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura. Cumpliendo, así, con todos los aspectos funcionales inherentes a un instrumento de medición.

Teniendo en cuenta la existencia de varios tipos de ruido (continuo, impulsivo, aleatorio, eventual), es de suponer la existencia de variedad de sonómetros para la cuantificación de los mismos. Lo anterior define la utilización de uno u otro instrumento. Los parámetros que puedan ser analizados durante la medición, o pos medición, están en correspondencia con el equipamiento disponible y sus potencialidades. De aquí se desprende que no todos los medidores de nivel sonoro tienen idénticas posibilidades. Se diferencian en precisión, rango dinámico, fiabilidad, etc. surgiendo, de hecho, la necesidad de elegir.

Para ello será preciso tener en cuenta el uso que se le dará al equipo. Aquí entran a desempeñar su papel dos aspectos que se combinan: entorno y objetivos de las mediciones. Esto recoge si se realizan en ambientes laborales, si para la comprobación de ruido comunitario, si para la realización de mediciones generales, si para diagnosticar el estado de máquinas, si para comprobar los efectos de un aislamiento, etc.

En cualquiera de las variantes el equipo seleccionado deberá cumplir con las normas que establece la International Electrotechnical Commission (IEC), para los instrumentos de medición. En el caso que se analiza debe haber conformidad con la IEC 651 (1979) y la IEC 804 (1985). Es posible la observancia de otras normas tanto internacionales como nacionales (por ejemplo ANSI S1.43-1983), pero no puede soslayarse que del cumplimiento efectivo de las normativas establecidas por la IEC resulta el aseguramiento de las prestaciones del instrumento. Cada norma a la que se ajuste el medidor de nivel sonoro viene asociada, invariablemente, con el Tipo o Clase de sonómetro.

1.2.3.1 Componentes Básicos de un Sonómetro

a) Micrófono suministrado

Este aspecto es de suma importancia puesto que determina el rango de frecuencias que podrá analizar el instrumento. Aquí debe tenerse en cuenta el tipo de micrófono, su sensibilidad, la banda de frecuencias, la capacitancia (pF) y el nivel de ruido inherente. Este último no es más que la combinación de valores de ruido eléctrico y térmico que sufre el micrófono a 20 °C (expresados en dB). Varía de un tipo a otro de ponderación de frecuencias. Es necesario conocer, además, por cuáles micrófonos es posible intercambiar el suministrado. Y, también, la respuesta del instrumento ante los infra y ultrasonidos, en el caso que sean de interés.

- Componentes Eléctricos: Convierten la señal sonora en una señal eléctrica.
- Filtros: Son redes de ponderación, filtros de octava y tercios de octava.
- Detector: Determina el valor eficaz de la señal acústica.
- Pantalla: Esta muestra los valores obtenidos.

b) Parámetros de medida.

Este aspecto determina los tipos de mediciones que pueden hacerse con el instrumento. Los parámetros consideran dos tipos de ponderaciones, a saber:

- Ponderaciones de frecuencia: pueden ser A, B, C, D, U.
- Ponderaciones de tiempo: S (slow), F (fast), I (impulsive) y Peak (pico).

Es significativo que no todos los modelos de sonómetros cuenten con el total de ponderaciones existentes. Una vez más se hace imprescindible conocer, para no fallar en la elección, qué se quiere medir y con qué objetivo. En la práctica, como se puede deducir, es posible combinar las compensaciones de tiempo y frecuencia del instrumento, en dependencia de las características del evento acústico a estudiar.

1.2.3.2 Clasificación de los Sonómetros Según el Tipo

SEXTO Felipe; propone los siguientes indicadores técnicos que deben facilitar la tarea de elegir un sonómetro:

Puede ser de clase 0, 1, 2, 3. Depende de la precisión buscada en las mediciones y del uso que se requiera del instrumento.

Los sonómetros actuales son de pequeño tamaño, ligeros y funcionan con una batería.

Actualmente en el mercado se pueden encontrar cuatro tipos de sonómetros, cuya principal diferencia es su grado de precisión.

➤ Tipo 0 (sonómetro patrón)

El sonómetro de tipo 0 se utiliza tan solo en laboratorios para llegar a obtener valores de referencia. Es por tanto el más preciso de las tres clases existentes.

➤ Tipo 1 (sonómetro de gran precisión): empleo en mediciones de precisión en el terreno (sonómetros integradores):

Son instrumentos integradores- promediadores de precisión y analizador de espectros en tiempo real por bandas de tercio de octava y octava. El sonómetro de tipo 1 Puede

funcionar como sonómetro o como analizador de espectro en tiempo real por bandas de tercio de octava y octava, con filtros tipo 1.

Según SEXTO Felipe. Los sonómetros integradores-promediadores podrán emplearse para la medición del Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (LAeq, T). En los llamados sonómetros integradores, permite seleccionar la curva de ponderación que va a ser usada.

Un ejemplo en el mercado internacional es el sonómetro SC310 que mide todas las funciones simultáneamente con todas las ponderaciones frecuenciales. Entre estas se encuentran las funciones necesarias para calcular los índices básicos de evaluación acústica de la mayoría de países del mundo: Funciones S, F e I, Niveles continuos equivalentes, Percentiles, Índices de impulsividad, Niveles de pico, Niveles de exposición sonora, Short Leq, etc.

Existe la posibilidad de poder configurar el espacio de memoria libre como una memoria circular, esta característica junto con la posibilidad de descargar los datos simultáneamente a su grabación convierte al SC310 en la perfecta plataforma para la monitorización acústica permanente.

El sonómetro de marca cirrus son usados a nivel mundial en industrias de varios tipos que incluyen labores de construcción, minería, producción alimenticia y farmacéutica, petroquímica; así como en empresas consultoras privadas y estatales.

➤ **Tipo 2 (sonómetro de uso general): utilización en mediciones generales de campo:**

El sonómetro de tipo 2 es conocido como sonómetro de propósitos generales. Son los menos precisos, pero también son los asequibles económicamente.

SEXTO Felipe. Un ejemplo es el SVAN 953 Este tipo de instrumento permite configurar la medida siguiendo las indicaciones de un Manual de Procedimiento y a través de un protocolo de comunicación RS232 envía la información al PC de control, gestionado por la aplicación TEKBER de control externo del ensayo.

De esta manera, lo que se consigue es una emulación del ensayo real que tendrá lugar en la estación ITV para garantizar el éxito de la prueba o, en caso de superar los límites de ruido requeridos por la legislación, hacer las modificaciones oportunas antes de realizar el ensayo oficial.

El conjunto de medida se suministra con todos los elementos necesarios para realizar la medida de ruido tales como cable de extensión de 10 metros, pantalla anti viento y maleta de transporte.

La calidad técnica de la solución se complementa con su ligereza y gran robustez, característica indispensable para trabajo en un entorno agresivo como son los talleres de vehículos y garajes.

➤ **Tipo 3 (Sonómetro de inspección): Son sonómetros de baja precisión.**

En La norma IEC 61.672; Se elimina la clase 3 restando exclusivamente las clases 1, 2 y la 0 es de poco uso por la capacidad de captar bajas frecuencias por eso no se les usa mucho en el campo.

En conclusión los tipos o clases de sonómetros son una especificación de precisión, regulados por los estándares internacionales IEC o ANSI en el caso norteamericano. La precisión de la medida depende de la frecuencia del sonido que es medido. Básicamente y a grandes rasgos, el tipo 1 significa una precisión de aproximadamente de $\pm 1\text{dB}$ y el Tipo 2 significa una precisión de aproximadamente $\pm 2\text{dB}$.

Los sonómetros tipo 2, denominados sonómetros de propósito general, son útiles para un gran rango de aplicaciones, ya que reúnen tres características que los hacen especialmente atractivos:

a) Su portabilidad y tamaño.

b) Su fácil manejo.

c) Análisis experimentales de resultados en varios casos prácticos.

1.3. Contaminación Acústica

Cuando se habla de contaminación, la acústica, es decir, la que es resultado del ruido o sonidos molestos, no ocupa los primeros lugares en las denuncias sociales. En parte, porque el ruido ha tenido incluso, en otros tiempos, una valoración positiva, como algo consustancial a las sociedades modernas y dinámicas.

GARCIA Y GARRIDO (2003). Manifiestan que: Hoy, esta concepción está ya superada, y la expresión contaminación acústica no sólo tiene plena vigencia, sino que ha dado lugar a estudios para su conocimiento y a políticas y legislación para combatirla. Sin embargo, la mayor parte de los estudios hasta ahora realizados están centrados básicamente en las dimensiones técnicas del complejo problema del ruido.

La sociedad actual se desarrolla en un medio ambiente cuantitativa y cualitativamente diferente al de las sociedades preindustriales, que nada, o muy poco, tienen que ver con épocas pasadas. Los procesos de industrialización modernos, unidos a los de urbanización, han incrementado de forma tan extraordinaria la contaminación acústica que, además de provocar una preocupación social y política, están cuestionando ciertas variables en las que se asienta el desarrollo.

Pero no es sólo el ruido sino el medio ambiente en su conjunto el que ha sufrido desde la revolución industrial, y particularmente a lo largo del siglo XX, un proceso de degradación que ha roto el equilibrio naturaleza-sociedad característico de otras épocas históricas.

La vida de la inmensa mayoría de la población ha pasado a desenvolverse en un medio ambiente fundamentalmente construido por el hombre y se halla expuesta a problemas medioambientales diversos, que se asocian con las condiciones y efectos del desarrollo económico industrial, el crecimiento explosivo de la población, la concentración urbana, la expansión masiva de los medios de transporte, etc.

1.4. ASERRADEROS

1.4.1 Introducción

Las serrerías pueden ser de muy diversos tamaños. Las más pequeñas son unidades fijas o portátiles constituidas por una sierra principal circular, un sencillo carro portatroncos y una canteadora doble, accionadas por un motor de gasolina o diesel y manejadas por uno o dos trabajadores.

Las más grandes son estructuras permanentes, disponen de equipos mucho más elaborados y especializados y pueden emplear a más de 1.000 trabajadores. En función del tamaño de la fábrica y del clima de la región, las operaciones pueden realizarse en el interior o al aire libre.

Aunque el tipo y el tamaño de los troncos determinan en gran medida el tipo de equipos necesarios, éstos varían también considerablemente en función de la

antigüedad y las dimensiones de la instalación, así como del tipo y la calidad de los tableros fabricados.

1.4.2 Proceso Productivo en un Aserradero.

DEMERS, Paul y TESCHKE Kay. (2000). A continuación se describen algunos de los procesos que tienen lugar en una serrería típica.

a) Una vez transportados a la serrería, los troncos se almacenan en tierra, en masas de agua próximas a la fábrica o en estanques por medio de un sistema de transportadores, cintas y rodillos. En las serrerías grandes, estos sistemas pueden ser bastante complejos.

b) La primera fase del aserrado, también conocida como troceado primario, se realiza en la sierra principal o sierra de cabecera. Esta es una sierra de cinta o sierra circular estacionaria de gran tamaño que se utiliza para cortar el tronco longitudinalmente. El tronco avanza y retrocede a través de ella mediante un carro móvil que puede hacerlo girar para obtener el corte óptimo. Otras veces se emplean varias sierras de cinta, especialmente con los troncos más pequeños. Los productos de la sierra de cabecera son un cuerpo de troza (el centro cuadrado del tronco), una serie de costeros (los bordes externos redondeados del tronco) y, en algunos casos, grandes tableros.

c) En el troceado secundario, el cuerpo de troza y los grandes tableros o costeros se transforman en productos de dimensiones funcionales. Para estas operaciones suelen utilizarse sierras de varias hojas paralelas: por ejemplo, sierras circulares cuádruples o una batería de sierras, circulares o de guillotina. Para cortar los tableros a un ancho prefijado se utilizan canteadoras, compuestas al menos por dos sierras paralelas, y para cortar a un largo prefijado se utilizan retestadoras. El canteado y retestado suelen realizarse utilizando sierras circulares, aunque las canteadoras son a veces sierras de

cinta. En las serrerías se suele disponer de sierras de cadena manuales para liberar la madera atrapada en el sistema por estar curvada o ensanchada.

d) Tras su elaboración en la serrería, los tableros se clasifican y seleccionan según sus dimensiones y calidad y se apilan manual o mecánicamente. Si la madera se manipula manualmente, el área correspondiente recibe el nombre de “cadena verde”. En muchas fábricas modernas se han instalado cajones de clasificación automáticos que sustituyen a la laboriosa clasificación manual. A fin de aumentar la circulación del aire para acelerar el secado, pueden colocarse pequeños trozos de madera entre los tableros en el momento de apilarlos.

e) La madera de construcción puede secarse al aire libre o en cámaras de secado, en función de las condiciones climáticas locales y de la humedad de la madera verde, pero la madera de acabado se seca normalmente en cámara.

f) Antes de almacenar madera verde, especialmente en lugares húmedos, pueden aplicarse fungicidas para evitar el desarrollo de hongos que produzcan coloraciones azules o negras en la madera (manchas). La aplicación de fungicidas puede hacerse también en la cadena de producción (habitualmente por rociado) o después de atar la madera (generalmente en tanques de inmersión).

g) Antes o después del secado, la madera puede comercializarse como madera verde o basta; sin embargo, para la mayoría de los usos industriales debe someterse a elaboración adicional. La madera se corta a la medida definitiva y se labra en un taller de cepillado. Las cepilladoras se utilizan para reducir la madera a medidas estándar comercializables y para alisar la superficie. El cabezal de cepillado está formado por una serie de hojas de corte montadas sobre un cilindro que gira a alta velocidad. La operación suele realizarse con alimentación automática y en paralelo al grano de la madera. El cepillado suele realizarse simultáneamente por ambos lados del tablero, las cepilladoras que trabajan los cuatro lados se denominan machihembradoras.

h) Tras la elaboración definitiva, la madera ha de clasificarse, apilarse y atarse con vistas al transporte. Estas operaciones están cada vez más automatizadas.

i) Las serradas y demás operaciones de transformación de la madera de las serrerías producen grandes cantidades de serrín y residuos.

j) En muchas serrerías, los costeros y otras grandes piezas de madera se reducen a astillas. Las astilladoras suelen ser grandes discos giratorios con hojas rectas empotradas en la superficie y provistos de ranuras para que pasen las astillas.

k) También se utilizan astilladoras independientes para los desechos del resto del taller. El serrín y las astillas de madera pueden venderse para fabricar pasta, tableros reconstituidos, para elementos de paisajismo, como combustible o para otros usos.

l) La corteza, las astillas, el serrín y otros materiales también pueden quemarse, bien como combustible o como residuos.

m) Las grandes serrerías modernas suelen disponer de una considerable plantilla de técnicos de mantenimiento: operarios de limpieza, montadores (mecánica industrial), carpinteros, electricistas y otros trabajadores cualificados. Si no se dispone de ventilación por aspiración localizada o los equipos no funcionan correctamente, puede acumularse materiales residuales en la maquinaria, transportadores y suelos. Las correspondientes operaciones de limpieza suelen realizarse con aire comprimido para eliminar el polvo depositado en las máquinas, suelos y otras superficies.

1.4.3 Riesgos para la Seguridad y la Salud en las Serrerías

Según DEMBERS, Paul y TESCHKE, Kay. (2000).

Los trabajadores de casi todas las áreas de la serrería pueden verse expuestos a la proyección de material en partículas. Las operaciones de descortezado prácticamente no producen serrín, ya que el objetivo es dejar la madera intacta, pero sí es posible que el aire contenga tierra, cortezas y agentes biológicos en suspensión, tales como bacterias y hongos. Los trabajadores de casi todas las áreas de aserrado, astillado y cepillado pueden verse expuestos al polvo de madera. El calor generado por estas operaciones puede provocar exposición a los elementos volátiles de la madera, como los monoterpenos, aldehídos, cetonas y otros, que varían en función de la especie de árbol y de la temperatura.

Algunos de los trabajadores más expuestos al serrín son los que utilizan aire comprimido para limpiar. Los que trabajan cerca de los secaderos se ven expuestos a los elementos volátiles de la madera. Además, pueden darse exposiciones a bacterias y hongos patógenos, que se desarrollan a temperaturas inferiores a 70°C.

Existe también el peligro de exposición a bacterias y hongos durante la manipulación de astillas y desechos de la madera, y durante el transporte de los troncos en el patio del almacén.

Existen controles técnicos viables, como una ventilación por aspiración localizada, para controlar los niveles de contaminantes suspendidos en el aire, y es posible combinar medidas para controlar el ruido y el polvo. Así, las cabinas cerradas reducen la exposición tanto al ruido como al serrín (y previenen lesiones oculares y de otro tipo). Sin embargo, sólo protegen al operario encerrado en ellas, y es preferible controlar la exposición en el origen, aislando las operaciones.

En algunas fábricas se aplican métodos de limpieza por aspiración y mojado, habitualmente por los contratistas de limpieza, pero no son de uso general. La exposición a hongos y bacterias puede controlarse reduciendo o aumentando las temperaturas de los secaderos y tomando otras medidas para eliminar las condiciones propicias al desarrollo de estos microorganismos. Entre otras.

1.5. Estrategias de Reducción de Ruido

Para el efecto a este control es necesario la aplicación de Planteamiento básicos para reducir la exposición de ruidos tales como:

- Reducción de ruido en la fuente emisora.
- Limitaciones de las transmisiones de ruido o Actuaciones sobre el medio de transmisión.
- Reducción del ruido en el punto de recepción o actuaciones sobre el receptor.

1.5.1 Reducción de Ruido en la Fuente Emisora

Consiste en actuar sobre el ruido en el mismo punto donde se produce. Es muy difícil de llevar a cabo debido a la multitud de factores que influyen en la generación de ruido.

Para realizar esta reducción se toman en cuenta las siguientes actuaciones sobre la fuente:

- Reemplazar las maquinas ruidosas por otras menos ruidosas.

- Realizar una correcta distribución sobre las maquinas.
- Reducir vibraciones.
- Reducir las fuentes de impactos.
- Aumentar el amortiguamiento.
- Realizar un buen mantenimiento de las maquinas.
- Procesos de trabajos meno ruidosos.

Las características en las que se deben basar las actuaciones sobre la fuente están dadas por los siguientes elementos:

- Son las medidas más eficaces.
- Son las primeras acciones que se deben realizar.
- Actúan directamente sobre la causa que produce el ruido.
- A la larga suelen ser las medidas más económicas.

1.5.2 Actuaciones Sobre el Medio de Trasmisión

Son las actuaciones más utilizadas entre ellas se encuentran:

- Uso de materiales absorbentes.

- Construcción de barreras acústicas.
- Confinamiento o cerramiento de equipos.
- Uso de atenuaciones o silenciadores.

1.5.3 Uso de Materiales Absorbentes

La Acústica integral, expresa además que; Su utilización consiste un ubicarlos en lugares estratégicos, de forma que puedan cumplir con su función eliminando aquellos componentes de ruido que no deseamos escuchar.

Entre los materiales que se usan tenemos:

- Resonadores fibrosos, poroso o reactivos.
- Fibra de vidrio.
- Poliuretano de célula.

Su función principal es la de evitar la transmisión de ruido de un lado a otro de su cuerpo físico. Su mayor utilidad se encuentra en áreas con alto nivel de ruido. Su desempeño se basa en la eliminación de la propagación de ondas y contaminación sonora de áreas contiguas de producción. En este caso, la selección de una barrera acústica determinada se basa en el coeficiente de transmisión de sonido, traducido en la cantidad de potencia sonora que la barrera puede contener.

Una barrera acústica es una especie de cortina transparente de vinil o poliuretano también se usan paneles metálicos con altos índices de absorción.

1.5.4 Aislamientos

Los aislamientos se hacen en secciones industriales ruidosas. Su función básica es la de disipar la energía mecánica asociada con las vibraciones. Su foco de acción se concentra en zonas rígidas de la maquinaria en cuestión, los cuales son los puntos donde se generan vibraciones y donde se promueve el colapso de ondas sonoras. En la actualidad muchos fabricantes de maquinaria ruidosa desde secadores hasta refrigeradores, han adoptado medidas de este tipo, conscientes del gran perjuicio que puede causar a la salud humana.

1.5.5 Casetas Sono - Amortiguadoras

Pese a su gran capacidad de controlar niveles muy altos de ruido por medio del aislamiento de la fuente emisora del mismo, del resto de la fuerza laboral, son poco utilizadas en la industria. Estas casetas permiten que maquinarias industriales emisoras de un alto nivel de ruido desempeñen su función bajo niveles de ruido tolerables.

1.5.6 Apantallamiento

El apantallamiento existe en la inserción de una barrera acústica entre la fuente sonora y el receptor, creando una zona silenciosa denominada zona de sombra.

La atenuación del receptor va a depender de: El material que está constituida la barrera. Sus dimensiones, Las distancias entre la barrera y la fuente, las características fonoabsorbentes de otras superficies próximas.

Existen distintos tipos de barreras más comunes entre ellos están: Pantallas acústicas, diques de tierra, pantallas vegetales.

1.5.7 Cerramiento

El cerramiento consiste en el cierre de uno varios equipos o de toda instalación limitando la propagación al exterior del ruido con el fin de obtener una calidad acústica determinada.

Las ondas al cambiar de medio (aire-sólido- aire) sufren una pérdida de energía, ya que parte de su energía es reflejada al medio en que se propaga y parte es transmitida al segundo medio. Para saber si el cerramiento es o no eficaz, se debe determinar el aislamiento acústico que proporciona.

1.5.8 Acondicionamiento Acústico de Interiores

La corrección acústica de interiores se consigue controlando el fenómeno de la reverberación, parámetro que caracteriza el fenómeno, depende del tipo de audición a que se destine el recinto.

El valor óptimo del tiempo de reverberación, parámetro que caracteriza el fenómeno, depende del tipo de audición a que se destine el recinto.

1.5.9 Actuaciones Sobre el Receptor

Las actuaciones sobre el receptor deben adaptarse en última instancia y son las medidas de protección al trabajador.

Dentro de ellas tenemos las siguientes:

- Protección de audición: Es muy importante que los trabajadores utilicen los equipos de protección personal EPP's adecuadamente.

La formación de los trabajadores es imprescindible para que sepan que los equipos de protección personal hay que utilizarlos en el momento oportuno. Las zonas donde sea obligatorios los protectores auditivos han de estar debidamente señalizados.

- Horario restrictivo: Los trabajos más ruidosos deben realizarse en horas diurnas .En algunos casos, como, por ejemplo, cortes de materia prima como el de lingotes de aluminio que son obligatorias dentro del proceso productivo.
- Reducción del tiempo de exposición: Para reducir el tiempo de exposición de los trabajadores al ruido se pueden aplicar las siguientes normas internas: Rotar los puestos, Establecer descansos en zonas silenciosas, organizar de forma adecuada el trabajo.

1.6. Materiales de Control del Tiempo de Reverberación

a) Materiales Porosos

- Estructura granular o fibrosa que permite el aire en su interior.
- Es determinante la porosidad y espesor del material la geometría de los huecos internos.
- Corcho, fibras naturales y espumas sintéticas son los materiales más habituales.
Ejemplo: **FONAC Conformado:** Son utilizadas como revestimientos a la vista en paredes o techos, especialmente indicada para tratamientos acústicos de ambientes ruidosos en general: cuarto de máquinas sala de ensayos, estudios de grabación, etc.

b) Materiales para Argamasa

- Mezcla de ingredientes secos con aglutinante líquido.
- Se aplican directamente sobre las superficies con el espesor deseado.

c) Paneles Perforados

- Paneles de acero y aluminio perforado con relleno de fibra mineral de 3 a 5 mm de espesor.
- Sus propiedades dependen de la forma de la perforación, la densidad, el espesor del absorbente y del espacio del aire existente.
- Idóneos para techos acústicos.

d) Paneles Elásticos

- Paneles de contraparchado de madera y láminas de corcho.
- Absorción de las ondas sonoras por vibración y deformación del material elástico.
- Apropriados para control de ruido de baja frecuencia. Ejemplo: **FONAC Barrier:** Es un aislante ha hecho en vinilo de alta densidad. Posee un elevado índice de aislación sonora por ser un material compacto y de gran masa. Se presentan en forma de placas para cielorrasos en forma de rollos para paredes tabiques y cerramientos de oficina.

e) Paneles Suspendidos

- Laminas colgadas en hileras.
- Separaciones 0,5 y 2m.

1.7. NORMATIVA VIGENTE

1.7.1 Constitución Política de la República del Ecuador, Publicada en el R.O. n° 449 del 20 de octubre del 2008

El Art. 14, determina que: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

En el Art. 15, se indica que: “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.”

1.7.2 Ley de Gestión Ambiental

1.7.2.1 Capítulo II de La Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

1.7.3 Código de la Salud

Art. 6.- Saneamiento Ambiental es el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud.

Art. 7.- El saneamiento ambiental está sujeto a la política general de salud, a las normas y a los reglamentos que proponga la Dirección Nacional de Salud, estableciendo las atribuciones propias de las municipalidades y de otras instituciones de orden público o privado.

Art. 12.- Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Los reglamentos y disposiciones sobre molestias públicas, tales como ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico emanaciones y otras, serán establecidos por la autoridad de salud.

1.7.4 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Límites Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y para Vibraciones (Anexo 5, Libro VI, De la Calidad Ambiental).

Los niveles de presión sonora equivalente, NPS_{eq} , expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla.

En base al Texto Unificado de Legislación Secundaria Libro VI anexo I (2003), los límites permisibles del ruido se describen de la siguiente manera.

**TABLA 1: LÍMITE PERMISIBLE DE NIVEL DE PRESIÓN SONORO
SEGUN EL TIPO DE SUELO**

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [db(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

FUENTE: TULSMA Libro VI ANEXO5 2007.

Está recomendado hacer la comprobación de que los aparatos de medición estén calibrados, tanto antes, como al finalizar las mediciones.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA), LIBRO VI Anexo5 (2003) nos demuestra los siguientes límites de intensidad:

TABLA 2: LÍMITES DE INTENSIDAD

DECIBELES (dB)	LÍMITE DE INTENSIDAD
0 - 20	Umbral de audición.
20 - 50	Comunicación fácil.
50 - 80	Comunicación posible.
80 - 110	Límite riesgo (jornada 8 horas).
110 - 140	Comunicación imposible.
Más de 140	DOLOR.

FUENTE: (TULSMA), LIBRO VI Anexo5 (2003)

Relación de intensidades sonoras (en dB) de exposición según el tipo de actividad que se desarrolle (referencia ISO).

De acuerdo al Texto Unificado de legislación Ambiental (TULSMA), LIBRO VI Anexo5 (2003) nos indica los límites de intensidad de ruido de acuerdo al lugar de obtención del ruido:

TABLA 3: LÍMITES DE INTENSIDAD DE RUIDO DE ACUERDO AL LUGAR

ACTIVIDAD-ZONA INTENSIDAD	(dB)
Habitaciones para el reposo nocturno.	10-20
Gabinetes de estudios, salas de operaciones, De clases, gabinetes médicos.	20-30
Sala de estancia de oficinas estándar.	30-40
Gran almacén.	40-50
Pequeña industria con utillaje manual.	50-60
Industria con máquinas.	60-70
Gran industria con maquinaria importante.	70-80
Industria con riesgo de sordera profesional.	80-90
Industria con especial protección del personal.	90-100
Zona prohibida salvo permanencias breves.	100-110

FUENTE: TULSMA 2007.

Esta norma indica algunos pasos principales para la medición de nivel de ruido producidos por una fuente fija:

a) La medición de los ruidos en ambiente exterior se efectuará mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los sonómetros a utilizarse deberán cumplir con los requerimientos señalados para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Lo anterior podrá acreditarse mediante certificado de fábrica del instrumento.

b) El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 (tres) metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento.

c) Medición de Ruido Estable.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de 1 (un) minuto de medición en el punto seleccionado.

d) Medición de Ruido Fluctuante.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de, por lo menos, 10 (diez) minutos de medición en el punto seleccionado.

e) Determinación del nivel de presión sonora equivalente.- la determinación podrá efectuarse de forma automática o manual, esto según el tipo de instrumento de medición a utilizarse. Para el primer caso, un sonómetro tipo 1, este instrumento proveerá de los resultados de nivel de presión sonora equivalente, para las situaciones descritas de medición de ruido estable o de ruido fluctuante. En cambio, para el caso

de registrarse el nivel de presión sonora equivalente en forma manual, entonces se recomienda utilizar el procedimiento descrito en el siguiente artículo.

f) Se utilizará una tabla, dividida en cuadrículas, y en que cada cuadro representa un decibel. Durante un primer período de medición de cinco (5) segundos se observará la tendencia central que indique el instrumento, y se asignará dicho valor como una marca en la cuadrícula.

Luego de esta primera medición, se permitirá una pausa de diez (10) segundos, posterior a la cual se realizará una segunda observación, de cinco segundos, para registrar en la cuadrícula.

g) Segundo valor. Se repite sucesivamente el período de pausa de diez segundos y de medición en cinco segundos, hasta conseguir que el número total de marcas, cada una de cinco segundos, totalice el período designado para la medición. Si se está midiendo ruido estable, un minuto de medición, entonces se conseguirán doce (12) marcas en la cuadrícula. Si se está midiendo ruido fluctuante, se conseguirán, por lo menos, ciento veinte (120) marcas en la cuadrícula.

Al finalizar la medición, se contabilizarán las marcas obtenidas en cada decibel, y se obtendrá el porcentaje de tiempo en que se registró el decibel en cuestión. El porcentaje de tiempo P_i , para un decibel específico nps_i , será la fracción de tiempo en que se verificó el respectivo valor nps_i , calculado como la razón entre el tiempo en que actuó este valor y el tiempo total de medición.

El nivel de presión sonora equivalente se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$NPSeq = 10 * \log^* \sum (P_i) 10^{\frac{NPS_i}{10}}$$

De los Sitios de Medición.- Para la medición del nivel de ruido de una fuente fija, se realizarán mediciones en el límite físico o lindero o línea de fábrica del predio o terreno dentro del cual se encuentra alojada la fuente a ser evaluada. Se escogerán puntos de medición en el sector externo al lindero pero lo más cerca posible a dicho límite.

Para el caso de que en el lindero exista una pared perimetral, se efectuarán las mediciones tanto al interior como al exterior del predio, conservando la debida distancia de por lo menos 3 metros a fin de prevenir la influencia de las ondas sonoras reflejadas por la estructura física. El número de puntos será definido en el sitio pero se corresponderán con las condiciones más críticas de nivel de ruido de la fuente evaluada. Se recomienda efectuar una inspección previa en el sitio, en la que se determinen las condiciones de mayor nivel de ruido producido por la fuente.

h) De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de nivel de presión sonora equivalente, que se determinen para la fuente objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo.

Para determinar el nivel de ruido de fondo, se seguirá igual procedimiento de medición que el descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente siendo evaluada, o en su lugar, bajo condiciones de ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación. Las mediciones de nivel de ruido de fondo se efectuarán bajo las mismas condiciones por las que se obtuvieron los valores de la fuente fija.

En cada sitio se determinará el nivel de presión sonora equivalente, correspondiente al nivel de ruido de fondo. El número de sitios de medición deberá corresponderse con los sitios seleccionados para evaluar la fuente fija, y se recomienda utilizar un período de medición de 10 (diez) minutos y máximo de 30 (treinta) minutos en cada sitio de medición.

Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado:

TABLA 4: CORRECCIÓN POR NIVEL DE RUIDO DE FONDO

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPS EQ DE LA FUENTE FIJA Y NPS EQ DE RUIDO DE FONDO (DBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

FUENTE: TULSMA Libro I anexo 5 (2007)

1.8. Marco Conceptual

Las siguientes definiciones fueron extraídas del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) libro VI anexo 5.

Aserradero: Un aserradero o serrería es una instalación mecanizada o artesanal dedicada al aserrado de madera.

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Decibel (dB): Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.

Emisión: Es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil.

Fuente de emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente fija puntual: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

Nivel de Presión Sonora: Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia.

Presión sonora: Llamada también presión acústica que es producto de la propia propagación del sonido.

Proceso: Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que, al interactuar, transforman elementos de entrada y los convierten en resultados.

Receptor: Persona o personas afectadas por el ruido.

Respuesta Lenta: Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de un segundo.

Ruido: Es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable.

Ruido Estable: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

Ruido Fluctuante: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

Ruido Imprevisto: Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) Lento en un intervalo no mayor a un segundo.

Ruido de Fondo: Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación.

Sonómetro: Es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora.

Vibración: Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

Zona Hospitalaria y Educativa: Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

Zona Residencial: Aquella cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales.

Zona Comercial: Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo.

Zona Industrial: Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

Zonas Mixtas: Comprende mayoritariamente uso residencial, pero en que se presentan actividades comerciales.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Diseño Metodológico

2.2.1 Tipos de Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

Por el nivel de conocimiento la investigación es **descriptiva**, ya que permitió describir las características de cada una de las fases del proceso productivo en un aserradero.

Por los objetivos que se plantea en la investigación es **aplicada** ya que se aplicó una metodología (muestreo del nivel del ruido - TULSMA), para la obtención de los datos, guardando estrecha relación con la investigación básica que se centra en la posibilidad práctica que entregan los conocimientos obtenidos en ella, para hacer, para actuar, para construir y para modificar.

Por el lugar es de **campo** ya que los datos fueron recolectados In Situ, llamada también directa, por cuanto se llevó a cabo en el mismo espacio y tiempo en que suceden los hechos objeto de estudio.

2.2.2 Métodos y Técnicas

2.2.2.1 Métodos

El método utilizado fue el **inductivo – deductivo** ya que permitió analizar el problema de lo particular hacia lo general, es decir que se tomó los datos en cada fase del proceso productivo, con repeticiones similares en cada uno de los aserraderos identificados en el casco urbano del cantón Salcedo.

Además se utilizó el **método cuantitativo** que permite identificar variables cuantificables que se soporta en la medición de los conceptos que orientan teóricamente el proceso de conocimiento, analizando datos provenientes de la aplicación de una herramienta o de una técnica de recolección de información.

2.1.2.2 Técnicas

a) **Observación:** Permitted tener una mayor visión de la realidad del problema de estudio. Al realizar el reconocimiento del área establecida para identificar las fases del proceso productivo en los aserraderos implantados en el casco urbano del cantón Salcedo.

b) **Medición:** Con esta técnica se pudo cuantificar los niveles de ruido producidos por el funcionamiento y desarrollo de las actividades propias de los aserraderos mediante el uso del sonómetro, monitoreo realizado durante el desarrollo de las actividades del aserradero.

c) **Investigación Bibliográfica:** Esta investigación proporcionó todos los datos necesarios para establecer la fundamentación teórica y datos referentes a los procedimientos y metodología para el monitoreo de los niveles de ruido en fuentes fijas.

2.2.3 Materiales y Equipos

Los Materiales y Equipos utilizados para la investigación se tienen los siguientes:

2.2.3.1 Materiales:

a) Fichas de campo: para realizar la identificación de las industrias que se encuentran ubicadas en el cantón Salcedo. (ver anexo. 1).

b) Equipo de protección personal (EPP): especialmente: casco, protectores auditivos y gafas.

➤ **Casco:** Se utilizó un casco aprobado para reducir el riesgo de lesiones en la cabeza, el mismo tiene una protección para los oídos de hasta 106 dB(A).

➤ **Gafas:** Para la protección de la vista se utilizó gafas con protección UV 100% en material de policarbonato.

2.2.3.2 Equipos

Dentro de los equipos utilizados para el trabajo de investigación tenemos los siguientes:

- **Sonómetro:** Con las siguientes características:

Tabla 5: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONOMETRO

CARACTERÍSTICAS	
MARCA:	DELTA OHM
SERIE:	HD 2010UC/A
REGULACIONES TÉCNICAS:	<ul style="list-style-type: none"> • Sonómetro clase 1 o 2 según IEC 61672 de 2002(Certificado de conformidad I.N.R.I.M. num. 07-0124-02). IEC 60651 e IEC 60804. • Filtros de octava y tercio de octava, clase 1 según IEC 61260.

FUENTE: Manual sonómetro DELTA OHM HD 2010 UC/A

- **Sistema de Posicionamiento Global**

Para la identificación y georreferenciación se utilizó un GPS marca GARMIN ETREX 20.

2.2.4 Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se procedió de la siguiente manera:

Fase I: Con la información proporcionada por el G.A.D Municipal del Cantón Salcedo en el Departamento de Planificación (archivo digital: mapa del perímetro urbano del Cantón Salcedo) se procedió a delimitar el área de estudio, posteriormente se identificaron los aserraderos que se encuentran en el perímetro urbano del Cantón

Salcedo, mediante una visita previa en la cual se solicitó a los propietarios la autorización correspondiente para realizar la medición de los niveles de ruido.

Fase II: Mediante un trabajo de campo, Con ayuda del GPS (**SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**) se procedió a realizar la georreferenciación y posterior ubicación de los aserraderos que se encuentran dentro del perímetro urbano del cantón Salcedo, se ubicó en el sistema de coordenadas WGS 84 Zona 17 S, además se identificaron los procesos productivos que tienen cada aserradero.

Fase III: Se procedió a monitorear los niveles de ruido con el sonómetro, utilizando el EPP y aplicando el siguiente procedimiento:

- Primero se calibró el sonómetro, tomando en cuenta sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). (Anexo 2. Certificado de Calibración)
- Luego se ubicó en el punto establecido con el sonómetro a una altura de 1 a 1.50 m del piso y a una distancia de tres metros de la fuente generadora de ruido tal como lo establece la norma.
- Se colocó el sonómetro en cada punto de medición apuntando hacia la fuente y girándolo en ángulo de 45°, por un lapso no menor de 30 minutos, durante el cual se registra 3 mediciones con intervalos de 10 minutos. Al cabo de dicho período se trasladó el micrófono al siguiente punto (siguiente proceso productivo) y se repitió la operación.
- La determinación del nivel de presión sonora equivalente se obtuvo de forma manual según el tipo de instrumento de medición a utilizarse en este caso es de tipo 2 lo cual se realizó mediante la utilización de la fórmula.

Fase IV: Analizados los resultados se identificó la fase productiva del aserradero que generaba mayores niveles de ruido.

Fase V: Se procedió al diseño e implementación del sistema de insonorización en el proceso de sierra circular de mesa en el aserradero “SANCHEZ”.

Fase VI: Durante y una vez finalizado la implementación del sistema de insonorización se procedió a monitorear el ruido aplicando la metodología antes descrita. Además se interpretó los resultados obtenidos, mediante la tabulación de los datos.

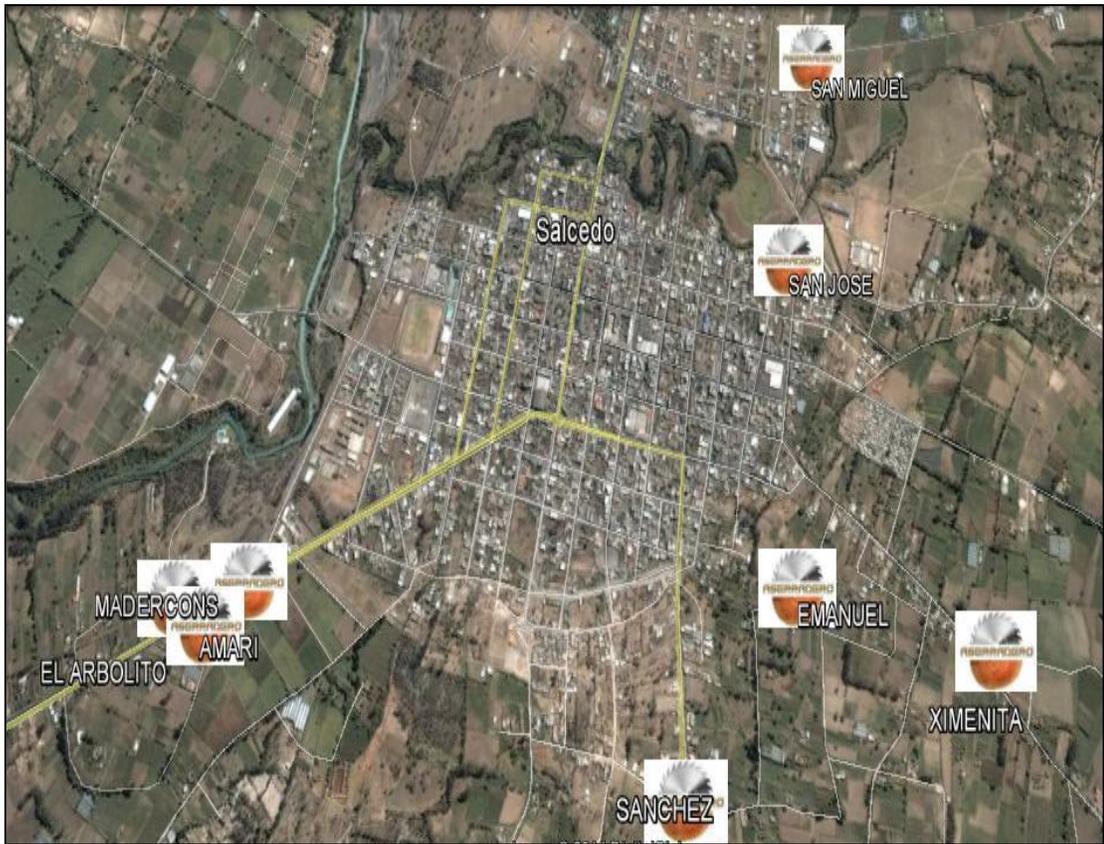
2.2.4.1 Georreferenciación

TABLA 6: IDENTIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS QUE SE ENCUENTRAN EN UBICADOS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL CANTÓN SALCEDO.

ASERRADEROS	PUNTOS GPS	DIRECCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1.- SAN MIGUEL	17 M 0768682 UTM 9885298	COTOPAXI Y PUJILÍ	CUENTA CON FASE PRIMARIA Y SECUNDARIA
2.- MADERCONS	17 M 0767355 UTM 9883681	AV. JAIME MATA S/N	CUENTA CON FASE PRIMARIA Y SECUNDARIA
3.- SÁNCHEZ	17 M 0768682 UTM 9885298	JUAN LEON MERA S/N	CUENTA CON FASE PRIMARIA Y SECUNDARIA
4.- SAN JOSÉ	17 M 0768725 UTM 9884816	BELISARIO QUEVEDO Y VICENTE MALDONADO	CUENTA CON FASE PRIMARIA Y SECUNDARIA
5.- EL ARBOLITO	17 M 0767453 UTM 9883662	AV. JAIME MATA S/N	CUENTA CON FASE PRIMARIA Y SECUNDARIA
6.- AMARI	17 M 0767524 UTM 9884220	AV. JAIME MATA S/N	PRIMARIA
7.- XIMENTITA	17 M 0769393 UTM 9885298	SALCEDO TENA KM 1	PRIMARIA
8.- EMANUEL	17 M 0768896 UTM 9884186	BARRIO LA VICTORIA	PRIMARIA

FUENTE: Los investigadores (2014)

GRÁFICO 4: UBICACIÓN DE LOS ASERRADEROS EN EL CANTÓN SALCEDO.



FUENTE: Google earth (2014)

2.2.4.2 Toma de Datos

Las condiciones para el monitoreo fueron:

Primero se comprobó que el sonómetro se encuentre calibrado además debe estar debidamente normalizado.

Luego se ubicó el sonómetro en el punto establecido a una altura de pecho entre 1 a 1.50 metros del piso y a una distancia de 3 metros de la fuente generadora de ruido tal como lo establece la norma.

2.2.5 Descripción del Área de Estudio

2.2.5.1 Descripción General del Cantón Salcedo

El Cantón Salcedo se encuentra ubicado en el corazón del país al sur oriente de la Provincia de Cotopaxi, tiene la forma más o menos rectangular que se extiende desde la cima de la Cordillera Central hasta la cima de la Cordillera Occidental de los Andes.

2.2.5.2 Generalidades

➤ **Superficie:** Cabecera Cantonal: San Miguel de Salcedo tiene una superficie de 255 Km².

➤ **Población:** Población total 51.656 Habitantes

➤ **Límites:**

- **Norte:** los cantones de Pujilí y Latacunga con su parroquia Belisario Quevedo (Provincia de Cotopaxi).

- **Sur:** los cantones de Ambato y Píllaro (Provincia de Tungurahua).

- **Este:** la Cordillera central de los Andes (Provincia de Napo).

- **Oeste:** Cantón Pujilí con su Parroquia de Angamarca (Provincia de Cotopaxi).

➤ **Altitud:** Está ubicado a 2.683 m.s.n.m

➤ **División Política:**

Se divide en 5 Parroquias que son:

- Antonio José Holguín
- Cusubamba
- Mulalillo
- Mulliquindil
- Panzaleo

➤ **Clima:** podemos clasificar en dos zonas Mesotérmico con vientos promedios mensuales de 3,5 m/s

➤ **Zona templada:** es notable en la parte baja y plana, tiene un clima que oscila los 15° C promedio

➤ **Zona fría:** a partir de los 3.000 metros de altura en el páramo, se presenta el clima frío con vientos helados propios de estas regiones.

2.2.5.3 Caracterización del Área de Estudio

El área de estudio se enfocó en el perímetro urbano del cantón Salcedo, según información proporcionada por el Arq. Gabriel Velástegui Director del Departamento de Avalúos y Catastros y por el Departamento de Planificación del G.A.D Municipal del cantón Salcedo.

El área total que se encuentra considerada como perímetro urbano en el cantón Salcedo es: 1.094,48 Hectáreas consolidadas y 629,05 Hectáreas como área habitable. La zona industrial está ubicada en el sector de Chipcoaló, en este sector están ubicadas las siguientes industrias:

- CONGAS
- CURTIDURIA SALAZAR
- ESTACION DE SERVICIO PRIMAVERA

GRÁFICO 5: DELIMITACIÓN DEL PERIMETRO URBANO



FUENTE: Google earth (2014).

2.3. Interpretación de Resultados

2.3.1 Descripción del Proceso Productivo de un Aserradero

2.3.1.1 Fase primaria

a) Aserrado (Sierra Circular)

➤ Zona de descarga de trozas.

Consiste en el apilamiento de la madera a ser procesada.

➤ Acercamiento de trozas.

Las trozas son llevadas al carro porta trozas (coche, carrete) y se las asegura contra las escuadras con los ganchos fijadores de trozas

➤ Asierre y Reasierre

Con ayuda de la sierra circular se procede al corte longitudinal de las trozas.

➤ Carga, volteo y cortes en escuadría.

En este punto los cortes se los realizan a escuadra como resultado de esto se obtienen tablas, tablones y alfajías

➤ **Almacenamiento y carga de la madera aserrada**

El producto terminado se lo apila por separado y debidamente clasificado para su posterior comercialización.

2.3.1.2 Fase secundaria

a) Aserrado Secundario (Sierra Circular de Mesa)

➤ **Preparación de tiras y tablillas.**

Una vez que se ha obtenido el producto (tablas, tablones) se procede a la sierra circular de mesa, en la cual se obtendrán tira y tablillas para la construcción de jaulas de animales menores, corrales y tiras para la construcción de cubiertas para casas.

c) Cepillado y Canteado

La cepilladora, llamada también con frecuencia labrante, se utiliza fundamentalmente para "planear" o aplanar una superficie de madera. Si la superficie cepillada es la cara de la pieza a la operación se la define como "planeado", mientras que la superficie que la superficie cepillada es el canto de la pieza a la operación se denomina como "canteado". Se pretende con esta operación que la superficie sea recta en la dirección longitudinal y en la transversal y que diagonalmente no presente torsión alguna, es decir que no este "alabeada".

**2.4 Resultados del Monitoreo del Ruido Ambiental en los
Aserraderos.**

Con los resultados obtenidos, se procedió a registrarlos en una base de datos en el programa de Excel para realizar la representación gráfica de las muestras. En el

siguiente cuadro se representa las muestras obtenidas en cada aserradero y en cada uno de los procesos.

**TABLA 7: RESULTADOS DEL MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL
GENERADO POR LOS ASERRADEROS.**

ASERRADEROS	PROCESOS	DECIBEL(dB)			PROMEDIO dB
		M1	M2	M3	
1.- SAN MIGUEL	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	66,8	91,1	74,1	77,3
	ASERRADO SECUNDARIO (SIERRA CIRCULAR DE MESA)	90,5	94,3	99,9	94,9
	CEPILLADO	90,5	96,7	92,9	93,4
2.- MADERCONS	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	76,5	69,7	86,9	77,7
	ASERRADO SECUNDARIO (SIERRA CIRCULAR DE MESA)	81,1	83,7	88,9	84,6
3.- SANCHEZ	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	87,7	82,4	84,5	84,9
	ASERRADO SECUNDARIO (SIERRA CIRCULAR DE MESA)	101,5	98,7	103,6	101,3
4.- SAN JOSE	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	86,2	75,8	90,5	84,2
	ASERRADO SECUNDARIO (SIERRA CIRCULAR DE MESA)	89,2	97,9	94,5	93,9
	CANTEADO	82,9	89,3	84,3	85,5
	CEPILLADO	93,3	95,1	91,9	93,4
5.- EL ARBOLITO	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	91,7	96,5	86,7	91,6
	ASERRADO SECUNDARIO (SIERRA CIRCULAR DE MESA)	81,1	83,7	92,7	85,8
6.- AMARI	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	87,3	69,6	78,1	78,3
7.- XIMENTITA	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	86,1	90,4	89,6	88,7
8.- EMANUEL	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	90,5	92,3	88,1	90,3

FUENTE: Los investigadores (2014)

En la tabla N° 7. Se identifican 8 aserraderos que se encuentran dentro del perímetro urbano del cantón Salcedo, las mismas que cuentan con diferentes procesos productivos. También se registran los resultados del monitoreo del ruido producido

por estas industrias. Se trabajó con tres muestras, posterior se obtuvo un valor promedio.

➤ **Proceso de Aserrado:**

TABLA 8: RESULTADO DEL MONITOREO DEL RUIDO PRODUCIDO POR LA SIERRA CIRCULAR

Nº	ASERRADEROS	PROCESO ASERRADO	DECIBELES			PROMEDIO
			M1	M2	M3	
1	SAN MIGUEL	SIERRA CIRCULAR	66,8	91,1	74,1	77,3
2	MADERCONS	SIERRA CIRCULAR	76,5	69,7	86,9	77,7
3	SÁNCHEZ	SIERRA CIRCULAR	87,7	82,4	84,5	84,9
4	SAN JOSÉ	SIERRA CIRCULAR	86,2	75,8	90,5	84,2
5	EL ARBOLITO	SIERRA CIRCULAR	91,7	96,5	86,7	91,6
6	AMARI	SIERRA CIRCULAR	87,3	69,6	78,1	78,3
7	XIMENITA	SIERRA CIRCULAR	86,1	90,4	89,6	88,7
8	EMANUEL	SIERRA CIRCULAR	90,5	92,3	88,1	90,3

FUENTE: Los investigadores (2014)

En la tabla N°8 se registró los decibeles generados en el proceso de aserrado en la sierra circular, en el que se obtuvo un valor promedio mínimo de 77,3 dB(A) en el aserradero SAN MIGUEL y un valor promedio máximo de 91,6 dB(A) en el aserradero EL ARBOLITO.

➤ **Proceso de Aserrado Secundario:**

TABLA 9: RESULTADO DEL MONITOREO DEL RUIDO PRODUCIDO POR LA SIERRA CIRCULAR DE MESA.

Nº	ASERRADEROS	PROCESO ASERRADO SECUNDARIO	DECIBELES			PROMEDIO
			M1	M2	M3	
1	SAN MIGUEL	SIERRA CIRCULAR DE MESA	90,5	94,3	99,9	94,9
2	MADERCONS	SIERRA CIRCULAR DE MESA	81,1	83,7	88,9	84,6
3	SÁNCHEZ	SIERRA CIRCULAR DE MESA	101,5	98,7	103,6	101,3
4	SAN JOSÉ	SIERRA CIRCULAR DE MESA	89,2	97,9	94,5	93,9
5	EL ARBOLITO	SIERRA CIRCULAR DE MESA	81,1	83,7	92,7	85,8

FUENTE: Los investigadores (2014)

En la tabla N° 9 se registraron los niveles de presión sonora en el proceso de aserrado secundario producido por la sierra circular de mesa, en la que se registró un nivel promedio mínimo de 84,6 dB(A) en el aserradero MADERCONS y un valor promedio máximo de 101,3 dB(A) en el aserradero SÁNCHEZ, siendo este resultado el más alto registrado en los diferentes procesos.

TABLA 10: COMPARACION DE LOS PROCESOS QUE GENERAN MAYOR CONTAMINACION ACUSTICA

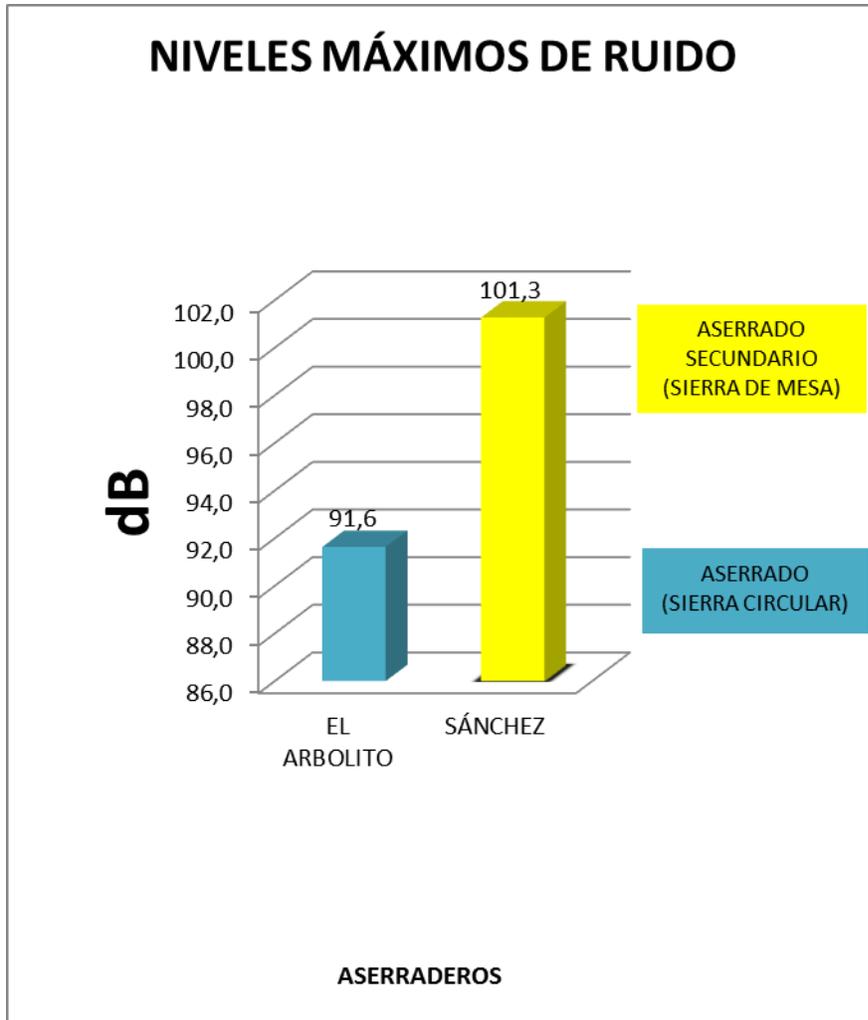
ASERRADEROS	PROCESOS	DECIBELES			PROMEDIO dB
		M1	M2	M3	
EL ARBOLITO	ASERRADO (SIERRA CIRCULAR)	91,7	96,5	86,7	91,6
SÁNCHEZ	AERRADO SECUNDARIO (SIERRA DE MESA)	101,5	98,7	103,6	101,3

FUENTE: Los investigadores (2014)

En la tabla N° 10 se representa los resultados de los dos aserraderos y dos procesos que generan mayores niveles de ruido.

Esta tabla comparativa se la realizó en base a los procesos de aserrado y aserrado secundario debido a que la maquinaria que es utilizada en los aserraderos se encuentra en funcionamiento mayor número de horas.

Grafico 6: REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO EN LOS PROCESOS DE ASERRADO Y ASERRADO SECUNDARIO.



FUENTE: Los investigadores (2014)

En el gráfico N°6 se representó los niveles máximos de ruido registrados en dos aserraderos, con estos resultados se identificó el proceso y la maquinaria que generaba mayores niveles de ruido. Determinando que en el proceso de aserrado secundario se registró 101,3 dB en el aserradero “Sánchez”.

Los niveles de ruido que se registraron en esta industria sobrepasan los límites permisibles según la zona y uso de suelo, así como también los límites de intensidad permitidos para los trabajadores que operan esta maquinaria en una jornada de ocho horas.

De acuerdo con la investigación realizada se puede deducir que la los aserraderos generan niveles de presión sonora fuera de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN PARA LA SIERRA CIRCULAR DE MESA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ASERRADERO “SÁNCHEZ”

3.1. Introducción

La investigación se basó en el estudio “MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL EN LOS ASERRADEROS DEL PERÍMETRO URBANO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2013 - 2014”, los resultados obtenidos fueron analizados para determinar la industria y la fase que genera mayor niveles de ruido.

La ubicación de estos aserraderos y la falta conocimiento de los riesgos que puede causar la exposición prolongada al ruido sobre la salud. Por lo que se ha visto en la necesidad de implementar el sistema de insonorización en una de las fases y la de mayor intensidad de decibeles que se produce en el proceso productivo de uno de los aserraderos que se encuentran en el perímetro urbano del cantón Salcedo.

Por los resultados obtenidos se determinó que el aserradero y el proceso que mayor contaminación acústica produce es el aserradero “Sánchez” en la fase II, que corresponde al aserrado secundario (preparación de tiras y tablillas).

3.2 Justificación

Los problemas relacionados al ruido son varios, ya que alteran la salud, por ende la calidad de vida del ser humano y el desequilibrio de las condiciones ambientales, la afectación sonora generada por los procesos industriales (fuentes fijas) generan gran impacto al ambiente, debido a que estas industrias no cuentan con la infraestructura y espacios adecuados para la realización de sus actividades.

El presente estudio se lo realizó para determinar los niveles de ruido generados por el desarrollo del proceso de los aserraderos ubicados en el perímetro urbano del cantón Salcedo.

Los resultados fueron comparados con la normativa vigente en función de los límites máximos permisibles de emisiones de ruido para fuentes fijas. Con los resultados obtenidos del monitoreo se procedió a la identificación de la fase que más contaminación acústica genera durante su jornada laboral.

Por lo antes mencionado la presente investigación propone el diseño e implementación de un sistema de insonorización que contribuya a la mitigación del ruido ambiental generado en el desarrollo productivo del aserradero Sánchez, en la fase de la sierra circular de mesa, con la utilización de materiales disponibles en la zona y que sean económicos para minimizar la generación de ruido.

Posteriormente se evaluó la eficiencia del sistema de insonorización implantado, dicha evaluación permitió elaborar las conclusiones y las potenciales recomendaciones.

Los principales beneficiarios del presente trabajo de investigación son los habitantes del área de influencia directa con relación al objeto de estudio.

3.3. OBJETIVO

3.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de insonorización en el proceso de la sierra circular de mesa para mitigar el ruido ambiental generado en el proceso productivo del aserradero “Sánchez”, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi en el año 2015.

3.3.2 Objetivos Específicos

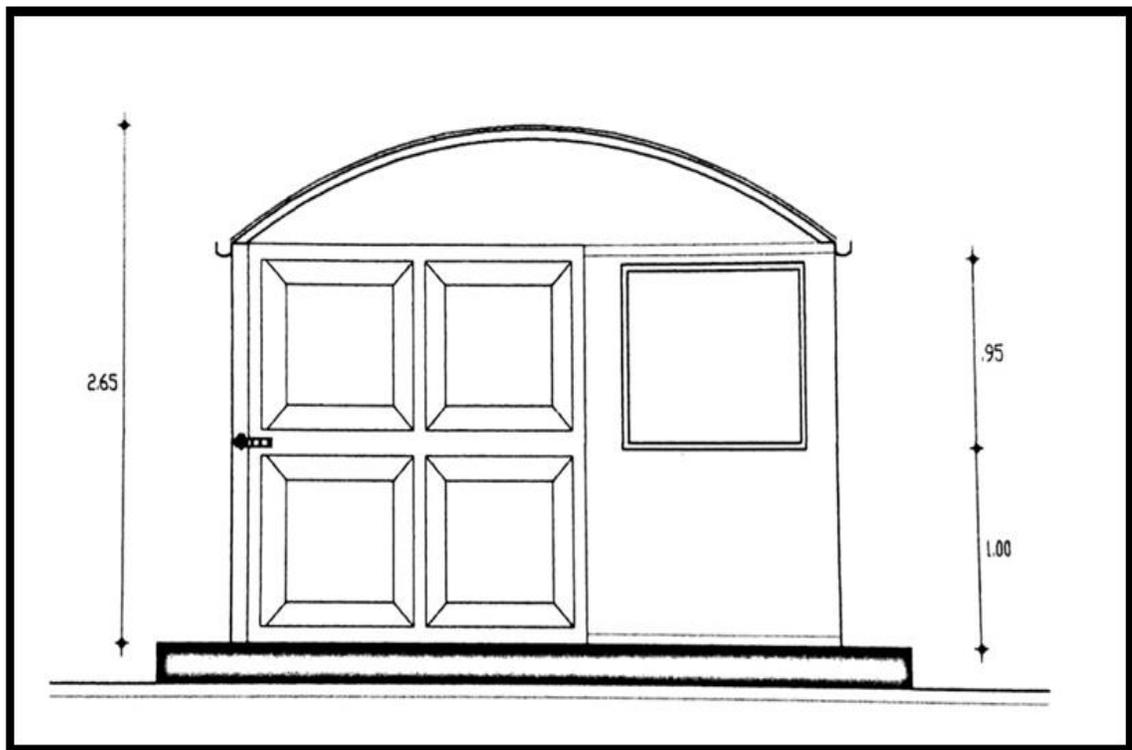
- Diseñar el sistema de insonorización para el proceso de la sierra circular de mesa.
- Construir el sistema de insonorización en el proceso de la sierra circular de mesa mediante el uso de materiales de fácil disponibilidad.
- Evaluar la eficiencia del sistema de insonorización implementado mediante el monitoreo del ruido antes, durante y después de la implementación.

3.4. Diseño y Materiales para el Sistema de Insonorización

3.4.1 Diseño

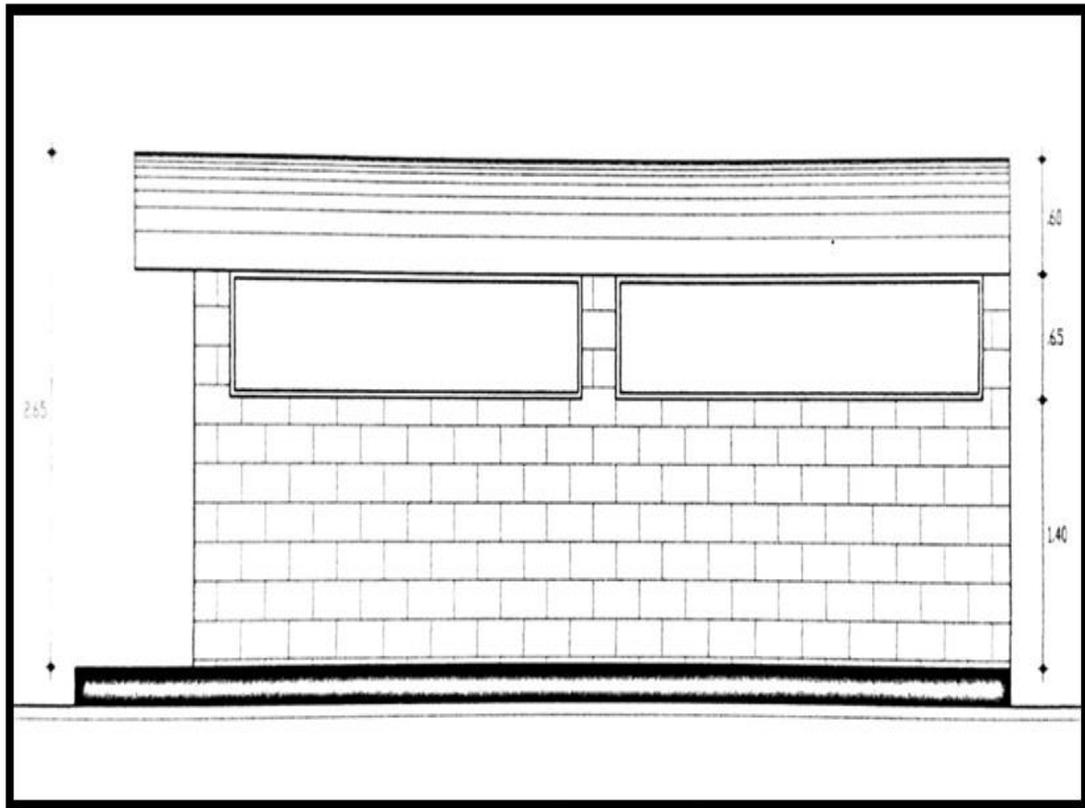
El presente diseño fue realizado por un técnico en la materia (Arquitecto), de acuerdo a las especificaciones que fueron proporcionadas por los investigadores del presente proyecto, mediante el uso del programa AUTOCAD.

GRÁFICO 7: VISTA FRONTAL ESCALA: 1:50



FUENTE: Los investigadores (2014)

GRÁFICO 8: VISTA LATERAL ESCALA: 1:50



FUENTE: Los investigadores (2014).

3.4.2 Materiales Empleados

Los materiales a utilizados en el trabajo de investigación se detallan en la tabla siguiente:

TABLA 11: MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROYECTO

Nº	MATERIAL	DETALLE
1.	Material pétreo	Fundición de cimientos, columnas, enlucido
2.	Cemento	Cimientos, unir bloque y enlucido
3.	Bloque	Pared frontal y lateral
4.	Ladrillos	para columna intermedia en la construcción
5.	Techolit	Hojas plásticas tipo zinc para cubierta
6.	Canales metálicos	Para agua lluvia
7.	Plancha de metálica	2,25 m x 2,00 m (puerta)
8.	Columnas prefabricadas	Varilla de 9 mm x 6,50 m x 12 cm x 12 cm
9.	Resina, carbonato	Blanqueo de paredes exteriores
10.	Yeso	Aplicación en paredes internas de la construcción
11.	Madera (listones, tiras y tablas)	Construcción de cubierta
12.	Tornillo auto perforantes	Para asegurar la madera
13.	Ángulos metálicos y vidrios	Para construcción de ventanas
14.	Material eléctrico (cajetines, interruptores, toma corrientes, alambre)	Para instalación eléctrica dentro de la construcción
15.	Láminas de poliestireno expandido (espuma flex)	Tumbado (cielo raso)

FUENTE: Los investigadores (2014)

3.4.3 Descripción Sistema Implementado

Una vez identificado el proceso y la maquinaria que más contaminación acústica genera se procedió a implementar el sistema de insonorización, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

3.4.3.1 Proceso y Maquinaria

Se identificó el proceso de preparación de tiras y tablillas producido por la sierra circular de mesa.

GRÁFICO 9: SIERRA CIRCULAR DE MESA



FUENTE: Los investigadores (2014)

3.4.3.2 Dimensiones

Las dimensiones fueron establecidas de acuerdo a las características de la madera que se trabaja en el proceso.

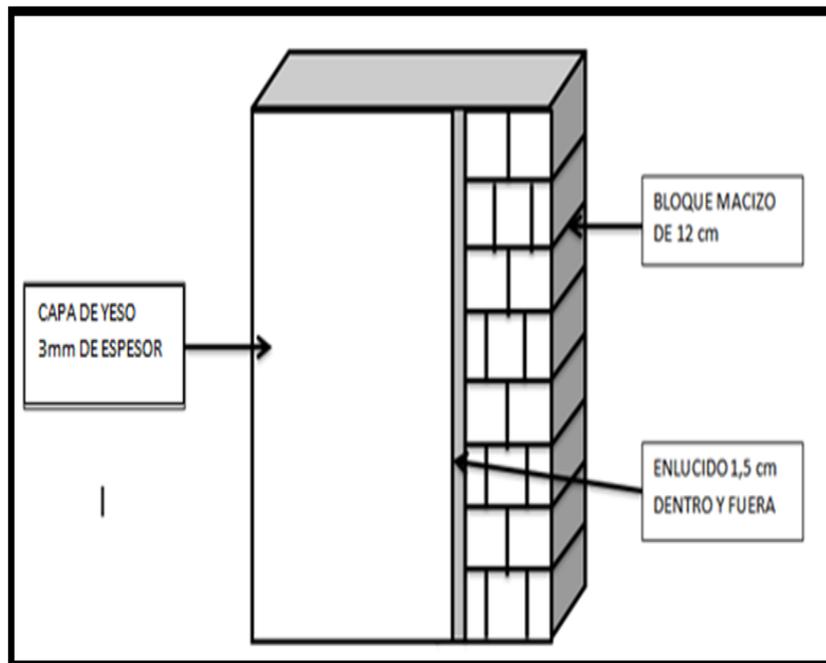
➤ Largo: 7 metros

- Ancho: 4 metros
- Altura: 2,50 metros

3.4.3.3 Construcción

Las paredes están compuestas por bloque macizo de 12 cm de espesor, el enlucido por dentro es de 1.5 cm y una capa de yeso de 3 mm, por fuera el enlucido es de 1,5 cm con una capa de resina de 2 mm.

GRÁFICO 10: ESPECIFICACIONES DE LAS PAREDES.



FUENTE: Los investigadores (2014)

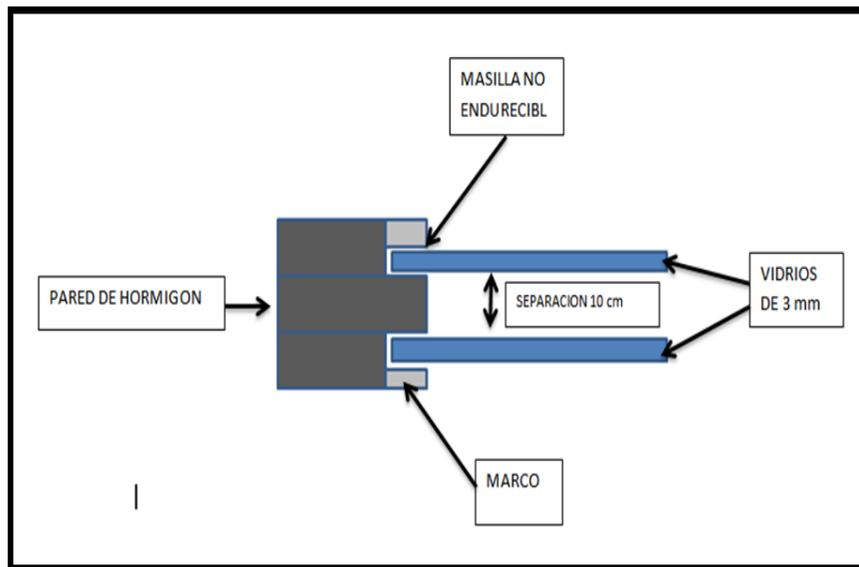
La cubierta está construida con materiales, que evitan la transmisión de vibraciones por el funcionamiento de la máquina y ruidos producidos por la maquinaria y

condiciones climáticas (lluvia, viento), la estructura es de madera sobre la cual se fijó las planchas de techolit (cubierta plástica tipo zing).

El tumbado (cielo raso) se lo cubrió con planchas aislante de poliestireno expandido (espuma flex) que tienen figuras cóncavas que ayudan a disipar las ondas sonoras.

Las ventanas se instalaron doble vidrio, uno en la parte interior y otro en la parte exterior con una separación de 10 cm, las ventanas son amplias para evitar el uso de energía eléctrica en el día.

GRÁFICO 11: ESPECIFICACIONES DE LAS VENTANAS, CORTE PLANO HORIZONTAL DE LA VENTANA DE DOBLE VIDRIO.



FUENTE: Los investigadores (2014)

La puerta se la acondicionó de una plancha metálica de 2,25 m X 2,00 m que se la adquirió de una planta de reciclaje. Esta fue ensamblada sobre un riel metálico para

que recorra de un lado a otro, con esto se facilita el ingreso de los operarios y de la madera para su procesamiento.

3.4.4 Presupuesto

En las siguientes tablas se detalla el presupuesto aproximado necesario para la implementación del presente sistema de insonorización.

SISTEMA DE INZONORIZACIÓN A. COSTOS DIRECTOS (CD)

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	V. Unitario	V. Total
			USD	USD
1. Diseño				
Planos de la construcción	u	1	50	50
Subtotal Diseño				50
1. Materiales				
Material pétreo	m3	8	6,5	52
Cemento	qq	15	7,8	117
Yeso	l	25	0,2	5
Resina	lt	1	3,5	3,5
Carbonato	l	15	0,1	1,5
Bloques	u	225	0,2	45
Techolit	u	21	9,5	199,5
Canales metálicos	u	2	17,5	35
Ladrillos	u	40	0,2	8
Plancha de metálica	u	1	30	30
Columnas prefabricadas	u	3	22,77	68,31
Madera (tablones)	u	10	8	80
Cielo Razo (espuma flex)	u	35	3,5	122,5
Vigas (madera)	u	7	16,5	115,5
Tornillo auto perforantes	caja	4	5,6	22,4

Ventanas y vidrios	u	8	30	240
Material eléctrico (cajetines, interruptores, toma corrientes, alambre)		1	100	100
Subtotal Materiales				1245,21
4. Mano de obra				
Albañil	semanas	2	120	240
Mecánico	mano de obra	1	80	80
Preparación de madera	u	40	1	40
Construcción de cubierta	Días	15	10	150
Subtotal Mano de Obra				510
SUBTOTAL (CD)				1805,21
IMPREVISTOS (%) 5 %				90,26
TOTAL				1895,47

FUENTE: Los investigadores (2014)

3.5. Monitoreo de los Niveles de Ruido Antes, Durante y Después de la Implementación del Sistema de Insonorización.

3.5.1 Datos Registrados

3.5.1.1 Comparación de los Niveles de Ruido Registrados Durante la Implantación del Sistema de Insonorización

a) Análisis

Los resultados obtenidos del monitoreo del ruido generado por el proceso de la sierra circular de mesa con la pared, el techo y con/sin el cielo raso, con tres (3) repeticiones se visualizan en la siguiente tabla:

TABLA N° 17. TABLA COMPARATIVA DE NIVELES DE RUIDO DENTRO Y FUERA DEL SISTEMA DE INSONORIZACION.

MUESTRAS	SIN CIELO RAZO		CON CIELO RAZO	
	DENTRO	FUERA	DENTRO	FUERA
M1	104,5	87,7	106,2	80,9
M2	102,5	86,4	103,3	81,2
M3	103,7	76,7	105,2	82,3
SUMA	310,7	250,8	314,7	163,2
PROMEDIO	103,6	83,6	104,9	81,6

FUENTE: Los investigadores (2014)

a) Interpretación

Los niveles de ruido generados durante la implementación del sistema de insonorización fueron: con pared, techo y sin cielo Razo el nivel sonoro dentro del sistema es de 103,6 dB(A) y fuera del sistema es de 83,6 dB(A). Mientras que ya implementado las paredes, el techo y el cielo Razo el nivel sonoro registrado dentro del sistema es de 104,9 dB(A) y fuera del sistema es de 81,6 dB(A).

	RESULTADOS	
	DENTRO	FUERA
CON CIELO RAZO	104,9	83,6
SIN CIELO RAZO	103,6	81,6
DIFERENCIA	1,3	2

De acuerdo a los resultados se puede deducir que al instalar el cielo razo en el interior de la construcción registra un incremento de nivel de presión sonora de 1,3 dB(A) y en el exterior la reducción de 2 dB(A).

3.5.1.2 Comparación de los Niveles de Ruido Registrados Antes y Después de la Implementación del Sistema de Insonorización.

a) Análisis

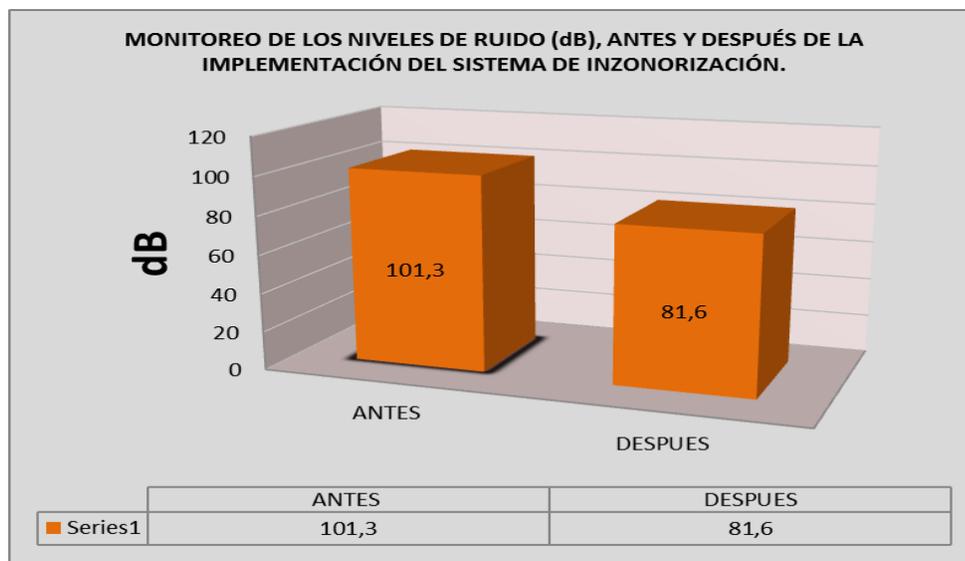
Los niveles de ruido generados por la sierra circular de mesa en el aserradero Sánchez, fueron monitoreados antes y después de la implementación del sistema de insonorización con tres repeticiones respectivamente, los datos se registran en la siguiente tabla:

TABLA N° 18. NIVELES DE RUIDO REGISTRADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN.

NIVELES DE RUIDO (dB)		
MUESTRAS	ANTES DE LA IMPLANTACIÓN	DESPUES DE LA IMPLANTACIÓN
M1	101,5	80,9
M2	98,7	81,2
M3	103,6	82,3
SUMA	303,8	163,2
PROMEDIO	101,3	81,6

FUENTE: Los investigadores (2014)

Grafico 12: MONITOREO DE LOS NIVELES DE RUIDO ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN.



FUENTE: Los investigadores (2014)

b) Interpretación

El ruido generado por el funcionamiento de la sierra circular de mesa antes de la implantación del sistema de insonorización es de 101,3 dB(A) y luego de la implantación es de 81,6 dB(A), lo que significa que se ha mitigado 19,7 dB(A) de ruido ambiental.

3.6 Eficiencia del Sistema de Insonorización Implementado

La eficiencia del sistema de insonorización implementado en el aserradero Sánchez para el proceso productivo de la sierra circular de mesa se calculó de la siguiente manera:

➤ Cálculo de la diferencia de decibeles: restamos los decibeles generados después de la implementación del sistema de insonorización 81,6 dB(A) de los generados antes de la implementación 101,3 dB(A).

3.6.1 Índice de Aislamiento Acústico.

Se lo representa con la siguiente fórmula:

$$R = L_{p1} - L_{p2}$$

L_{p1} niveles de presión acústica en el emisor

L_{p2} niveles de presión acústica en el receptor.

$$101,3 \text{ dB} - 81,6 \text{ dB} = \mathbf{19,7 \text{ dB}}$$

Los Decibeles Mitigados son 19,7 dB(A).

La energía acústica transmitida a través de la pared es la diferencia entre el nivel de presión acústica del sonido incidente y el aislamiento acústico del material.

➤ Para determinar la eficiencia del sistema de insonorización implementado realizamos una regla de tres: donde el 100% de eficiencia significa la reducción de los niveles de ruido generados antes de la implementación a 101,3 dB(A), calculando él % de eficiencia para los 19,7 dB(A) mitigados de acuerdo al monitoreo.

101,3	→	100%
19,7	→	X
$X = 19,44\%$		

La eficiencia del sistema de insonorización es de 19,44%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Mediante una visita In Situ a los aserraderos que están ubicados en el perímetro urbano del cantón Salcedo se pudo identificar la implementación de 8 aserraderos, los mismos que funcionan continuamente debido a la alta demanda del producto que se genera, además mediante la técnica de la observación se pudo determinar que la mayoría de obreros no utilizan el EPP adecuado y necesario para este tipo de trabajo, mientras que el ruido que genera el funcionamiento de la maquinaria en los aserraderos es perceptible al oído del ser humano, es por ello que en el diagnóstico se pudo determinar que el ruido se escuchaba a 30 m de la fuente de origen y de los límites del área de estudio.

Con el uso del sonómetro se procedió a monitorear el ruido en cada una de las fases productivas de los 8 aserraderos ubicados en el perímetro urbano del cantón Salcedo, el muestreo permitió identificar que el proceso de la Sierra Circular de Mesa generaba un ruido promedio de 101,3 dB(A), del aserradero “SANCHEZ”.

Una vez identificado el proceso productivo que genera más ruido se procedió al diseño e implementación del sistema de insonorización cuyo objetivo principal fue el aislar los niveles sonoros, para lo cual se utilizó materiales de fácil disponibilidad en el área los mismos que no involucran costos elevados.

Posteriormente se monitoreó el ruido antes, durante y después de la implementación del sistema de insonorización dando como resultado los siguientes datos: antes de la implementación generaba 101,3 dB(A), durante la construcción del sistema de insonorización se registró un incremento de 103,6 dB(A) dentro del sistema (techo y

pared) y fuera del sistema se registró 83,6 dB(A); mientras que una vez finalizado la construcción del sistema de insonorización es decir con las paredes, el techo y el cielo Razo genera 104,9 dB(A) y fuera del sistema genera 81,6 dB(A), con estos resultados se determinó una reducción de 19,7 dB(A).

Finalmente se procedió a calcular la eficiencia del sistema de insonorización implementado para la sierra circular de mesa en el aserradero “SANCHEZ”, el mismo que dio como resultado del 19,44 % de eficiencia, esto significa que se pudo reducir los niveles de ruido producido por la fuente generadora.

RECOMENDACIONES

Se recomienda poner a disposición de las autoridades pertinentes los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que el objetivo principal fue la mitigación del ruido ambiental en un proceso productivo de un aserradero y con la eficiencia registrada se puede implementar el sistema de insonorización en todos los aserraderos del perímetro urbano del cantón Salcedo.

Así mismo se recomienda continuar con este tipo de investigaciones tomando como base los resultados expuestos en la presente investigación, estudios que estén encaminados a realizar mejoras en el sistema de insonorización recomendado, con el objetivo de aumentar la eficiencia del mismo.

Se recomienda este tipo de sistema ya que es accesible por el tipo de material utilizado y el bajo costo que representa, ya que en las industrias que tienen esta maquinaria no cuentan con ningún tipo de aislamiento, por lo que trabajan bajo una cubierta simple.

Para lograr una mayor eficiencia del sistema se recomienda instalar paredes dobles, con una capa de mayor espesor de yeso y vidrios de 4 milímetros.

Por último recomendamos socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los dueños y trabajadores de los aserraderos ubicados en el cantón Salcedo y a la ciudadanía en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Libros Citados y Consultados

BUREAU-VERITAS, (España 2008). “Manual para la formación en Medio Ambiente”. Editorial Lex Nova paginas 331-370. ISBN (978-84-9898-027-1).

CAPÓ Martí Miguel, (Madrid 2007). “Ecotoxologia”. Editorial Tebar.S.L. Paginas 56-59.

CORTEZ José María,(2007) “Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e Higiene del trabajo”. Madrid, Editorial TÉBAR, S.L, 771p

FLORIDA, Pedro, (2007). Gestión de la higiene industrial en la empresa, 7ª ed.- fundación confemetal. ISBSN 10. (84-96743-09-8). ISBN 13. (978-84-96743-09-0).

TYLER, Miller Jr, (España 2002). “Ciencia Ambiental, Preservemos la Tierra”. Quinta Edición. Páginas 100-110

GARCIA, Benjamín y GARRIDO, Francisco. “La contaminación acústica en nuestras ciudades”. Colección N° 12. Edición electrónica disponible en; www.estudios.lacaixa.es.

HERREROS Regino, Hernández Benito, (2005). Técnica, tendencias y aspectos de actualidad en el medio ambiente (acústico). 7ª ed.- (acústica), Universidad Rey Juan Carlos. ISBN (978-849044-058-2).

JARAMILLO Ana María, (2007). Acústica la ciencia del sonido, 1ª ed.- instituto metropolitano. ISBN. (978-958-98314-6-5).

KRYTER Karl. “Efectos del ruido en el hombre”. New York, Segunda Edición. 688 pgs.

LABASTIDAS, (2009). “Monitoreo de ruido Ambiental”. Edición: Madrid-España.

Proyecto de investigación PIC - CEREPS -101. Financiado por SENACYT, ejecutado por Universidad Técnica de Cotopaxi.

SEOANES Mariano, (2000). Tratado de gestión del medio ambiente urbano, ediciones, Mundi-prensa. ISBN. (970-722-518-)

SEXTO Felipe, (2007). “Sonómetros”. Edición: Argentina.

Linkografía

DEMERS, Paul y TESCHKE, Kay (2000). Industria de la madera PDF. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.

SANGUINETI, Jorge, (2000). Tipos de ruido ambiental. [En línea] Actualizado: 13 de febrero [Fecha de Consulta: 15 mayo 2014]. Disponible en:
<http://www.controlderuido.com.ar/tipos-de-ruidos.html>.

Gabinete técnico de medio ambiente Croem, “Fuente generado de Ruido”. Murcia-España 2009.

Texto Unificado De Legislación Y Seguridad Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) Libro VI anexo V de Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles, Y Para Vibraciones, Tabla 1 de Niveles Máximos de Ruido Permisibles según Uso del Suelo.

Tesis

HERRERA, Leopoldo. “Evaluación de la Contaminación en el Casco Central de la Ciudad de Latacunga”. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga 2006.

JACOME Alejandra, Jácome Angélica. “Análisis a la exposición de ruido ambiental y propuesta de un sistema de insonorización a través de procedimientos técnicos para minimizar el impacto ambiental en la empresa CEDAL S.A, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi periodo 2012-2013”. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi 2013

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE IDENTIFICACIÓN

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

1.-DATOS GENERALES:

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:			
REPRESENTANTE LEGAL:			
CARGO			
C.I / RUC.			
ACTIVIDADES A LAS QUE SE DEDICA		
FASES QUE CUENTA LA INDUSTRIA	PRIMARIA ()	SECUNDARIA ()	
DIRECCION			
PARROQUIA		CIUDAD:	
PROVINCIA:			TELÉFONO (03) (09)
ZONA	URBANA ()	RURAL ()	

2.- LOCALIZACIÓN:

SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 S		
ESTE (X)	NORTE(Y)	ALTITUD

3.- TIPO DE ZONA:

TIPO DE ZONA SEGUN USO DEL SUELO	
Zona Hospitalaria y educativa	
Zona Residencial	
Zona Residencial mixta	
Zona Comercial	
Zona Comercial mixta	
Zona Industrial	

4.- DATOS:

NUMERO DE MUESTRAS	DECIBELES		
	MIN	MAX	PROMEDIO
M1			
M3			
M3			

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....

ANEXO 2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO



DELTA OHM S.r.l.
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 14000266 Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2014-01-31
- cliente <i>customer</i>	Ing. José M. Jalil Haas – Pasaje Fray Joaquín Auz E7-08 y Últimas Noticias - 170150 Quito (Pichincha - Ecuador)
- destinatario <i>receiver</i>	Ing. Luciano Segovia - Av. velazco Ibarra y Rafael Morales - 050403 Pujili (Cotopaxi - Ecuador)
- richiesta <i>application</i>	E14037.03.086.814
- in data <i>date</i>	2014-01-15
<i>Si riferisce a</i> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2010UC/A
- matricola <i>serial number</i>	14012443406
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2014/1/28
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	28042

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti



DELTA OHM S.r.l.
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Electroacustica

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 2 di 8
Page 2 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 14000266
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le seguenti procedure, sviluppate secondo le prescrizioni della Norma EN 61672-3:2006

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures, developed according to EN 61672-3:2006 standard requirements:

DHLE – E – 07 rev. 1

Le norme EN 61672-1 ed EN 61672-2 sostituiscono le EN 60651:1994 + A1:1994 + A2:2001 e EN 60804:2000 (precedentemente denominate IEC 60651 ed IEC 60804) non più in vigore. La parte terza della Norma (EN 61672-3) descrive le procedure per l'esecuzione delle verifiche periodiche dei fonometri.

Standards EN 61672-1 and EN 61672-2 replace the withdrawn EN 60651:1994 + A1:1994 + A2:2001 and EN 60804:2000 (previously known as IEC 651 and IEC 804). The third part of the reference standard EN 61672-3, describes procedures for periodic testing of sound level meters.

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ corresponding to a confidence level of about 95%.

Fonometro Sound level meter	Livello sonoro Sound level	Frequenza Frequency	Incertezza Uncertainty
	[dB]	[Hz]	[dB]
Regolazione della sensibilità acustica Adjustment of acoustic sensitivity	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.20
Verifica con il calibratore acustico associato Test with supplied sound calibrator	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.15
Risposta in frequenza - Frequency response	25 + 140	31.5 + 16000	0.21 + 0.36 *
Rumore auto-generato con microfono Self-generated noise with microphone	-	-	2.0
Rumore auto-generato con dispositivo di ingresso per segnali elettrici Self-generated noise with electrical input signal device	-	-	1.0
Prove elettriche - Electrical tests	25 + 140	31.5 + 16000	0.11 + 0.16 **
Calibratori acustici - Sound calibrators	94 / 114	1 000	0.11

* In funzione della frequenza – Depending on frequency

** In funzione della specifica prova – Depending on actual test

Campioni di riferimento - Reference standards

Campioni di Prima linea First-line standards	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number	Certificato numero Certificate number
Microfono - Microphone	B&K	4180	2101416	INRIM 13-0720-01
Pistonofono - Pistonphone	B&K	4228	2163696	INRIM 13-0720-02
Multimetro - Multimeter	HP	3458A	2823A21870	INRIM 13-0597-01-02

Strumenti di laboratorio Laboratory instruments	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number
Cal. Monofrequenza	B&K	4231	2191058
Cal. multifrequenza	B&K	4226	2141950
Cal. multifrequenza	B&K	4226	1806636

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

ANEXO 3: EQUIPOS UTILIZADOS



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 4: AREA DE OPERACIÓN DE LA SIERRA CIRDULAR DE MESA.



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 5 : EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS.



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 6: LEVANTAMIENTO DE PAREDES.



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 7: CONSTRUCCIÓN DEL TECHO.



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 8: ENLUCIDO Y APLICACIÓN DE RESINA EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA CONSTRUCCIÓN.



FUENTE: Los investigadores (2014)

ANEXO 9: INSTALACIÓN DEL CIELO RAZO.



FUENTE: Los investigadores (2014)

NEXO 10: REVESTIMIENTO DE YESO EN LAS PAREDES DEL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE TUMBADO (CIELO RAZO).



FUENTE: Los investigadores (2014)