

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**  
**MAESTRÍA EN IMPACTOS AMBIENTALES**

“TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL”  
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN IMPACTOS AMBIENTALES

**“EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR LOS  
NIVELES DE RUIDO EN UNA FÁBRICA DE HIELO”**

AUTOR: MARITZA DEL ROCÍO AGUIRRE OJEDA  
TUTOR: DRA. ALEXANDRA MARÍA QUESADA DELGADO MSC.

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**SEPTIEMBRE 2016**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



**SENESCYT**  
SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR,  
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL

**TÍTULO “ EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR LOS NIVELES DE RUIDO EN UNA FÁBRICA DE HIELO ”**

|   |                                     |   |  |
|---|-------------------------------------|---|--|
|   |                                     | <b>REVISORES:</b>                         |  |
| <b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil  |                                     | <b>FACULTAD:</b> Arquitectura y Urbanismo |  |
| <b>CARRERA:</b> Impactos Ambientales  |                                     |   |  |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> SEPTIEMBRE 2016  |                                     | <b>N° DE PÁGS.:</b> 57                    |  |
| <b>ÁREA TEMÁTICA:</b> Ambiente Ruido  |                                     |   |  |
| <b>PALABRAS CLAVES:</b> Ruido, Barreras Acústicas, Hipoacusia   |                                     |   |  |
| <p><b>RESUMEN:</b> El presente trabajo de investigación permite concluir que los niveles de ruido ambiental de la fábrica de hielo, no genera mayor malestar en los moradores del sector, pues se comprobó que cumple con la normativa ambiental del Ecuador, pero con respecto al ruido laboral, existe relación entre los casos identificados de pérdida auditiva de los trabajadores y la dosis de ruido a la que están expuestos durante el día y noche al interior de la fábrica, ante este factor de riesgo que genera efectos en la salud de una manera silenciosa e imperceptible, lo más importante es establecer planes correctivos, formulando en la propuesta la implementación de barreras acústicas (protectores auditivos) con niveles de absorción propicios para reducir el nivel de exposición del personal, además de barreras acústicas (paneles tipo sándwich) para las viviendas que se encuentran dentro del perímetro de la fábrica y están afectadas por el ruido.</p> |                                     |   |  |
| <b>N° DE REGISTRO(en base de datos):</b>  |                                     | <b>N° DE CLASIFICACIÓN:</b>               |  |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>   |                                     |   |  |
| <b>ADJUNTO PDF</b>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <b>SÍ</b>                                 | <input type="checkbox"/> <b>NO</b>     |
| <b>CONTACTO CON AUTOR:</b>  | <b>Teléfono:</b> 0993221680         |   | <b>E-mail:</b><br>maragu_3@hotmail.com |
| <b>CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN</b>   | <b>Nombre:</b>                      |   |  |
|   | <b>Teléfono:</b>                    |   |  |

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor de la estudiante Maritza Del Rocío Aguirre Ojeda, del Programa de Maestría en Impactos Ambientales, nombrada por la Gestora Posgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo CERTIFICO: que el Trabajo de Titulación Especial **EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR LOS NIVELES DE RUIDO EN UNA FÁBRICA DE HIELO**, en opción al grado académico de Magíster en Impactos Ambientales, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente,

**Dra. Alexandra María Quesada Delgado, MSc.**

**TUTORA**

Guayaquil, septiembre de 2016

## CERTIFICACIÓN DE GRAMÁTICO

Quien suscribe el presente certificado se permite informar que, después de haber leído y revisado gramaticalmente el contenido del **TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL** para la obtención del grado de **MAGÍSTER EN IMPACTOS AMBIENTALES** de la **ING. MARITZA DEL ROCÍO AGUIRRE OJEDA**, cuyo tema es: **“EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR LOS NIVELES DE RUIDO EN UNA FÁBRICA DE HIELO”**

Me permito testimoniar, que es un trabajo de acuerdo a las normas morfológicas sintácticas, según normativas de narrativas vigentes.

Atentamente,



MSc. Ana Bravo Zambrano

Registro N° 1006-13-86032340

## **DEDICATORIA**

*A mi amado esposo Víctor Stalin Medina, por su apoyo incondicional en el desarrollo y seguimiento de esta investigación, a mis adorados hijos: Carolina, Miguel y Víctor, pilar fundamental para motivar el cumplimiento de mis estudios, a quienes sin pensar les sacrifiqué su infancia para obtener este logro académico y de manera especial a mis queridos padres: Edith y Gustavo, por ser mi fortaleza para persistir en mi superación, por su apoyo y colaboración brindado durante el tiempo de mis estudios e investigación.*

*A mis hermanos, sobrinos y demás familiares, que de una u otra manera me dieron apoyo moral para continuar con mi meta.*

*Maritza Del Rocío Aguirre Ojeda*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi Dios, por permitirme la vida y fortalecerme con la fe para no desmayar en los momentos en que creí no poder más, a mi esposo por haberme insistido en seguir con los estudios, a mis padres por cuidar de mis hijos en las ausencias por el desarrollo de esta investigación, a mi tutora, por sus consejos y observaciones que permitieron concluir este trabajo investigativo, a los trabajadores de la fábrica Hielo Sur, por haber colaborado para el desarrollo de este tema.*

*Maritza Del Rocío Aguirre Ojeda*

**TRIBUNAL DE GRADO**

---

ARQ. KERLY CORALINA FUN SANG ROBINSON, MSc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

ING. MARCIAL CALERO AMORES, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

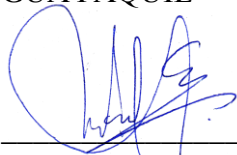
---

ARQ. ALFREDO CARABAJO AYALA, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación especial, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'M' followed by a surname, written over a horizontal line.**FIRMA****MARITZA DEL ROCÍO AGUIRRE OJEDA**



**ABREVIATURAS**

|                  |   |
|------------------|---|
| MAE              | MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR                                   |
| OMS              | ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD                                      |
| FFR              | FUENTE FIJA DE RUIDO  |
| FMR              | FUENTE MÓVIL DE RUIDO   |
| PCA              | PUNTOS CRÍTICOS DE AFECTACIÓN   |
| dB               | DECIBEL   |
| dBA              | DECIBEL PONDERADO A   |
| NPS              | NIVEL DE PRESIÓN SONORA   |
| L <sub>Keq</sub> | NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUA EQUIVALENTE CORREGIDA                |
| TULSMA           | TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE |

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMEN</b> .....   | XIV |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | XV  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                      | 1   |
| DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....                                 | 1   |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                                  | 2   |
| JUSTIFICACIÓN .....  | 2   |
| OBJETO DEL ESTUDIO.....  | 3   |
| CAMPO DE ACCIÓN .....  | 4   |
| UBICACIÓN DE LA FÁBRICA.....                                   | 4   |
| OBJETIVO GENERAL.....  | 5   |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                    | 5   |
| NOVEDAD CIENTÍFICA.....  | 5   |
| <b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b> .....                         | 6   |
| 1.1.TEORÍAS GENERALES .....                                    | 6   |
| 1.1.1.CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.....                            | 6   |
| 1.1.2.LEYES RELACIONADAS AL TEMA AMBIENTAL (RUIDO) .....       | 6   |
| 1.1.2.1. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....                         | 6   |
| 1.1.2.2. ACUERDO MINISTERIAL (MAE) 097A.....                   | 7   |
| 1.1.2.3. NORMA TÉCNICA NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO.... | 7   |
| 1.1.2.4. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....                  | 8   |
| 1.2.TEORÍAS SUSTANTIVAS .....                                  | 10  |
| 1.2.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA .....              | 14  |
| 1.3. REFERENTES EMPÍRICOS .....                                | 15  |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO</b> .....                   | 16  |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1. METODOLOGÍA.....                          | 16        |
| 2.2.MÉTODOS.....                               | 16        |
| TEÓRICO.....                                   | 16        |
| EMPÍRICO.....                                  | 16        |
| 2.3.HIPÓTESIS.....                             | 17        |
| 2.4.UNIVERSO Y MUESTRA.....                    | 17        |
| 2.4.1 UNIVERSO.....                            | 17        |
| 2.4.2 MUESTRA.....                             | 17        |
| 2.5.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....       | 18        |
| 2.6.GESTIÓN DE DATOS.....                      | 18        |
| 2.7.CRITERIOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....  | 19        |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>           | <b>19</b> |
| 3.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS..... | 20        |
| 3.2 DIAGNÓSTICO.....                           | 19        |
| <b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....</b>             | <b>26</b> |
| 4.1. CONTRASTACIÓN EMPÍRICA.....               | 26        |
| 4.2. LIMITACIONES.....                         | 30        |
| 4.3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....              | 30        |
| 4.4. ASPECTOS RELEVANTES.....                  | 31        |
| <b>CAPÍTULO V. PROPUESTA.....</b>              | <b>32</b> |
| 5.1. VIABILIDAD DE LA PROPUESTA.....           | 37        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                       | <b>39</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                    | <b>40</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>         | <b>41</b> |

|  |    |
|--|----|
| <b>ANEXOS</b> .....  | 44 |
| ANEXO Nro. 1: MODELO DE ENCUESTAS.....   | 45 |
| ANEXO Nro. 2: MEMORIA FOTOGRÁFICA.....   | 47 |
| ANEXO Nro. 3: OFICIO SOLICITANDO AUTORIZACIÓN.....                             | 48 |
| ANEXO Nro. 4: AUTORIZACIÓN INDIVIDUAL.....                                     | 49 |
| ANEXO Nro. 5: IDENTIFICACIÓN GRÁFICA DE LOS NIVELES DE RUIDO.....              | 50 |
| ANEXO Nro. 6: RESULTADOS ENCUESTAS.....  | 51 |
| ANEXO Nro.7: TABLAS DE MATERIALES CON SU CAPACIDAD DE AISLANTES ACÚSTICOS..... | 55 |
| ANEXO Nro. 8: CERTIFICADO URKUND.....  | 56 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla No. 1: Niveles Máximos de Emisión de Ruido (LKeq) para Fuentes Fijas....8   | 8  |
| Tabla No. 2: Tiempo de Exposición por Jornada de Trabajo.....9  | 9  |
| Tabla No. 3: Intensidad del Ruido y valoración subjetiva de su percepción ..... 11  | 11 |
| Tabla No. 4: Los efectos sobre la salud, según la OMS..... 11   | 11 |
| Tabla No. 5: Efectos y umbrales para los que existe evidencia suficiente y limitada, según la guía Night Noise Guidelines de la OMS..... 12 | 12 |
| Tabla No. 6: Criterio de Glorig sobre riesgo porcentual de daño auditivo (adaptación) ..... 13  | 13 |
| Tabla No. 7: Efectos causados por las diferentes exposiciones al ruido ..... 14   | 14 |
| Tabla No. 8: Relación de Variables..... 18  | 18 |
| Tabla No. 9: Niveles sonoros al interior de la fábrica (Jornada Diurna y Nocturna) 21<br>(Ruido Laboral) (En decibeles) ..... 21            | 21 |
| Tabla No. 10: Niveles sonoros en el exterior de la fábrica (Ruido Ambiental) ..... 22<br>(En decibeles) ..... 22                            | 22 |
| Tabla No. 11: Nivel sonoro, jornada laboral y tiempo de exposición por jornada ... 27   | 27 |
| Tabla No. 12: Tipos de Barreas Acústicas para la fábrica ..... 34   | 34 |
| Tabla No. 13: Tipos de Barreas Acústicas de Uso Personal ..... 36   | 36 |
| Tabla No. 14: Inversión en Seguridad & Salud Ocupacional y Barreras Acústicas . 38  | 38 |
| Tabla No. 15 Gama de colores según dB ..... 50  | 50 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura No. 1: Esquema del Panel Tipo.....                          | 35 |
| Figura No. 2: Señalética .....                                     | 36 |
| Figura No. 3: Identificación Gráfica de los Niveles de Ruido ..... | 49 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico No. 1: Resultados de las Audiometrías.....           | 25 |
| Gráfico No. 2: Pregunta No. 1 – Encuesta a Trabajadores..... | 51 |
| Gráfico No. 3: Pregunta No. 2 – Encuesta a Trabajadores..... | 51 |
| Gráfico No. 4: Pregunta No. 3 – Encuesta a Trabajadores..... | 51 |
| Gráfico No. 5: Pregunta No. 4 – Encuesta a Trabajadores..... | 51 |
| Gráfico No. 6: Pregunta No. 5 – Encuesta a Trabajadores..... | 52 |
| Gráfico No. 7: Pregunta No. 6 – Encuesta a Trabajadores..... | 52 |
| Gráfico No. 8: Pregunta No. 7 – Encuesta a Trabajadores..... | 52 |
| Gráfico No. 9: Pregunta No. 1 – Encuesta a Moradores.....    | 52 |
| Gráfico No. 10: Pregunta No. 2 – Encuesta a Moradores.....   | 53 |
| Gráfico No. 11: Pregunta No. 3 – Encuesta a Moradores.....   | 53 |
| Gráfico No. 12: Pregunta No. 4 – Encuesta a Moradores.....   | 53 |
| Gráfico No. 13: Pregunta No. 5 – Encuesta a Moradores.....   | 53 |
| Gráfico No. 14: Pregunta No. 6 – Encuesta a Moradores.....   | 54 |
| Gráfico No. 15: Pregunta No. 7 – Encuesta a Moradores.....   | 54 |
| Gráfico No. 16: Pregunta No. 8 – Encuesta a Moradores.....   | 54 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación permite concluir que los niveles de ruido ambiental de la fábrica de hielo, no genera mayor malestar en los moradores del sector, pues se comprobó que cumple con la normativa ambiental del Ecuador, pero con respecto al ruido laboral, existe relación entre los casos identificados de pérdida auditiva de los trabajadores y la dosis de ruido a la que están expuestos durante el día y noche al interior de la fábrica, pues la hipoacusia inducida por ruido no sólo es un problema en el ámbito laboral, sino que influye en lo social y familiar del trabajador, ya que aísla a la persona de las sensaciones auditivas generándole su autoexclusión de la sociedad, ante este factor de riesgo que genera efectos en la salud de una manera silenciosa e imperceptible, lo más importante es establecer planes correctivos, formulando en la propuesta la implementación de barreras acústicas (protectores auditivos) con niveles de absorción propicios para reducir el nivel de exposición del personal, además de barreras acústicas (paneles tipo sándwich) para las viviendas que se encuentran dentro del perímetro de la fábrica y están afectadas por el ruido, siendo que estos espacios deben tener niveles confortables que permitan el descanso luego de la jornada laboral, además se propone mantener anualmente mediciones de ruido ambiental y laboral, así como la realización de exámenes audiométricos, que pongan en evidencia la evolución de la salud auditiva de los trabajadores, medidas que propicien mejorar el ambiente laboral y mantener la salud de los trabajadores.

**PALABRAS CLAVES:** Ruido, Barreras Acústicas, Hipoacusia



## ABSTRACT

This research allows us to conclude that the levels of ambient noise of the ice maker does not generate more unrest among the inhabitants of the sector, since it was found to comply with environmental regulations of Ecuador, but with respect to noise in the workplace, there is a relationship among identified cases of hearing loss of workers and noise dose to which they are exposed during the day and night inside the factory, because hearing loss induced by noise is not only a problem in the workplace, but influences in social and family worker, and isolating the person from the auditory sensations and may generate its self-exclusion from society, to this risk factor that generates health effects of a silent and imperceptible way, the most important thing is to establish corrective plans formulating the proposed implementation of sound barriers (ear protectors) levels conducive absorption to reduce the level of exposure of personnel, plus noise barriers (sandwich panels) for homes that are within the perimeter of the factory and they are affected by noise, being that these spaces should be comfortable levels that allow rest after working hours, also intends to keep measurements of environmental and occupational noise annually, as well as performing audiometric tests, which highlight the evolution hearing health of workers, measures to promote better working environment and maintain the health of workers.

**KEYWORDS:** Noise; Acoustic barriers; Hearing loss.

## **INTRODUCCIÓN**

Es importante mencionar que el ruido se genera a partir de un sonido que llega a ser molesto para una persona, el cual es considerado como un contaminante ambiental por ser un factor que molesta a una gran mayoría de la población que se encuentra aledaña a la fuente donde se genera el ruido (Morales, 2004), es por esto que existen, a nivel mundial, leyes acerca de la contaminación por ruido para controlarlo, de tal modo que no afecte a la población.

Debido a que la ciudad de Machala no tiene delimitada la zona industrial, fábricas como “Hielo Sur” se instalaron en zonas rurales y al crecer la ciudad quedó incluida dentro de un área urbana, situación que hace imprescindible la evaluación del ruido, puesto que para la fabricación de hielo en marquetas se utilizan motores estacionarios, los mismos que permanecen en funcionamiento las veinticuatro horas del día durante todo el año y el ruido que en conjunto las maquinarias generan es excesivo más allá de lo tolerable, por ello se debe conocer los efectos que el ruido causa en sus trabajadores y en la población aledaña, más aún porque varios trabajadores habitan en la fábrica.

### **DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente estudio se limitará a la fábrica de hielo “Hielo Sur”, y la zona de influencia es de 100 m<sup>2</sup>, por un lapso de dos meses, tiempo en el cual se evaluará tanto los niveles de ruido ambiental y laboral emitidos por la maquinaria de la fábrica, así como la percepción que tienen del ruido el personal que labora en las instalaciones y los habitantes del

sector, además se realizarán audiometrías a los trabajadores para conocer el nivel de pérdida auditiva causado por su exposición al ruido.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué grado de afectación auditiva tienen los trabajadores de la fábrica de hielo por su exposición a excesivo ruido dentro de su ambiente laboral?, y; ¿Qué grado de malestar tienen los moradores del sector por el ruido ambiental producido por la fábrica?

## **JUSTIFICACIÓN**

El ruido es una de las causas más comunes de la pérdida de audición, esta se ha vuelto una enfermedad habitual generada en los lugares de trabajo; sobre todo, si esta exposición es prolongada y frecuente. Dependiendo de la duración y frecuencia con la que se expongan al ruido los resultados serán diferentes, así:

- Una exposición temporal a un ruido de 115dB llega a provocar la pérdida de audición por poco tiempo, puede ser pocos segundos o unos días.
- Si la exposición al ruido de 115dB es prolongado y muy frecuente, la pérdida de audición llegará a ser permanente.

Esta discapacidad se va produciendo lentamente y; por lo general, las personas que lo padecen no logran reconocer a tiempo la pérdida auditiva que están experimentando hasta que ya es irremediable. Por lo que se vuelve necesario que exista un control del ruido,

el mismo que puede ser reducido o eliminado por medio de procedimientos fáciles, el costo que esto conlleva no es tan representativo para la empresa (Konkolewsky, 2005).

Por ello la necesidad de la presente investigación, para lograr determinar cuál es el nivel de afectación auditiva al que han llegado los trabajadores de la fábrica “Hielo Sur” por su exposición al ruido y las medidas que se deben implementar dentro de las instalaciones productivas de la fábrica para reducirlo.

## **OBJETO DEL ESTUDIO**

Como se ha mencionado previamente, el ruido se encuentra ligado al desarrollo económico de las ciudades, provincias y países; es decir, que mientras más grande y desarrollada se encuentre una ciudad, los niveles de ruido se incrementan. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), exponerse a ruidos de 60dB o más se considera peligroso para salud humana; de 85dB - 90dB se considera fuerte y desde los 130 dB en adelante es doloroso. Como se mencionó anteriormente, para determinar si un ruido es contaminante o no depende de varios factores, la repetición del ruido, la frecuencia con la que se genera, la sensibilidad del receptor.

Cuando existe concentración de ruido en una zona determinada, las personas que viven en ese sector pueden tener daños en su salud, como la sordera, alteración de su sistema nervioso y estrés, por lo que es de suma importancia que la legislación establecida por el Gobierno sea cumplida y no afecte a la salud de la comunidad. Según el art. 66 de la Constitución del Ecuador, el Estado garantiza a la comunidad el derecho a vivir en un medioambiente sano, equilibrado y sin contaminación (El Telégrafo, 2013).

Por esta razón en “Hielo Sur” se deben establecer políticas de protección a trabajadores en lo referente a enfermedades profesionales, fomentando la importancia del uso de implementos de protección durante la jornada de trabajo y la aplicación de sanciones a quienes las incumplan, por ello las medidas a implementarse propician mejorar la calidad de vida del trabajador, a su vez les permite conocer la responsabilidad compartida entre empleador y trabajador.

### **CAMPO DE ACCIÓN**

El campo de acción es científico ya que permite determinar los tipos de barreras acústicas más eficaces en su capacidad de absorción, para implementar en el personal y en las instalaciones de la fábrica, considerando el nivel de ruido al cual se exponen.

### **UBICACIÓN DE LA FÁBRICA**

La fábrica de hielo “Hielo Sur” está ubicada en la ciudadela El Rosario, Vía a Balosa a 100 metros del nuevo cementerio Municipal, sector Sur de la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, las coordenadas UTM y la ubicación se detallan a continuación:

| Este   | Norte   |
|--------|---------|
| 615811 | 9637028 |
| 615772 | 9637024 |



## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las medidas de mitigación del impacto de las emisiones de ruido en la fábrica “Hielo Sur” para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores y la calidad de vida de los moradores del sector.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar los niveles de ruido laboral y ambiental existente en el interior y exterior de la fábrica de hielo a través de un sonómetro calibrado.
- Realizar un diagnóstico auditivo a trabajadores de la empresa. Audiometría
- Determinar el grado de malestar que perciben los trabajadores y moradores por el ruido que genera la fábrica.
- Establecer el tipo de barreras acústicas que se deben implementar en el personal y en la fábrica.

## **LA NOVEDAD CIENTÍFICA**

La novedad científica aportada con esta investigación, es el diagnóstico auditivo que se realiza a trabajadores de una industria expuestos a altos niveles de ruido, determinando la afectación en su sistema auditivo causado por su prolongada exposición. Además se determinarán las medidas preventivas y/o correctivas para mantener la salud de los trabajadores y mejorar el ambiente laboral. A través de esta investigación se realizará una propuesta identificando el nivel propicio de absorción de los protectores auditivos y la capacidad de aislantes acústicos de ciertos materiales existentes en el mercado ecuatoriano que se pueden utilizar para la construcción de barreras acústicas.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. TEORÍAS GENERALES**

#### **1.1.1. CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR**

En Ecuador, con la creación de la nueva Constitución en el año 2008, el estado ecuatoriano se compromete con la población a brindarles un medio ambiente sano por medio del artículo 14 que menciona lo siguiente:

*“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.*

También por medio del artículo 15 menciona que se exhorta al sector público y privado a que se haga uso de tecnología amigable con el medioambiente para evitar la contaminación, esto es lo que se expresa:

*“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.”*

#### **1.1.2. LEYES RELACIONADAS AL TEMA AMBIENTAL (RUIDO)**

##### **1.1.2.1. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Es importante tener presente que en la Ley de Gestión Ambiental define al ruido como un contaminante; y dentro de sus objetivos menciona que se quiere determinar los límites permisibles de ruido y otros aspectos contaminantes, conforme lo establece el artículo 42, literal a).

#### **1.1.2.2. ACUERDO MINISTERIAL (MAE) 097A**

En el Acuerdo Ministerial (MAE) 097A del 30 de julio de 2015, se expide en el art. 5 la Norma Técnica “Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para fuentes fijas y Fuentes Móviles y Niveles máximos de Emisión de vibraciones y metodología de Medición”.

#### **1.1.2.3. NORMA TÉCNICA “NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE VIBRACIONES Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN”**

Esta norma técnica se establece con el objetivo de preservar la salud y bienestar de las personas y del medio ambiente en general, mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas y móviles que son de cumplimiento obligatorio para todo el territorio nacional, por ello en función del uso de suelo, se determina para el ruido emitido por una fuente fija la evaluación ambiental base de ruido, la metodología para la medición, cuantificación y determinación del nivel de ruido que emiten las FFR y las consideraciones generales que deben observar los responsables de una actividad productiva que generan emisiones.



**Tabla No. 1: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (Lkep) PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO**

| Uso de suelo                             | Lkep (dB)  |                         |
|--|--|-------------------------|
|  | Periodo Diurno   | Periodo Nocturno        |
|  | 07:01 hasta 21:00 horas  | 21:01 hasta 07:00 horas |
| Residencial (R1)                         | 55   | 45                      |
| Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1) | 55   | 45                      |
| Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2) | 60   | 50                      |
| Comercial (CM)                           | 60   | 50                      |
| Agrícola Residencial (AR)                | 65   | 45                      |
| Industrial (ID1/ID2)                     | 65   | 55                      |
| Industrial (ID3/ID4)                     | 70   | 65                      |
| Uso Múltiple                             | Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + D2 Lkeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB. |                         |

Fuente: Anexo 5 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Elaborado: El Autor

#### **1.1.2.4. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO**

En el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medioambiente de trabajo, se menciona que la prevención de ruidos en el lugar de trabajo es obligatoria para mejorar el clima laboral, establece la forma en que una empresa debe ubicar las fuentes de ruido para que este no se vuelva un contaminante, en su Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES, numeral 6), fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo y el numeral 7), determina mediante la Tabla, el tiempo de exposición por hora de trabajo en función del nivel de presión sonora recibido por el trabajador.

**Tabla No. 2. Tiempo de Exposición por jornada de trabajo**

|                                       |    |    |    |     |      |       |
|---------------------------------------|----|----|----|-----|------|-------|
| Nivel sonoro /dB (A-lento)            | 85 | 90 | 95 | 100 | 110  | 115   |
| Tiempo de exposición por jornada/hora | 8  | 4  | 2  | 1   | 0.25 | 0.125 |

Fuente: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medioambiente de trabajo

La reciente Resolución C.D. 513, emitida el 4 de marzo de 2016 por el Consejo Directivo del I.E.S.S., contiene el nuevo Reglamento del SGRT – IESS, en el cual se considera liberar a la empresa de una enorme carga documental que se requería en el modelo de Sistema de Gestión, así mismo continúa vigente en Ecuador una directriz básica para la gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, que es el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584) y su Reglamento (Resolución 957), en el cual se indica la necesidad de implementar en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, los aspectos de Gestión Administrativa, Gestión Técnica, Gestión de Talento Humano y Procesos Operativos Básicos.

Cabe indicar que la Resolución C.D. 513, si bien deroga a la Resolución C.D. 390 y la Resolución C.D. 333; indica en su art. 55, que las empresas deben implementar mecanismos de Prevención de Riesgos del Trabajo, haciendo énfasis en:

- Identificación de peligros y factores de riesgos.
- Medición de factores de riesgos.
- Evaluación de factores de riesgos.
- Control operativo integral.
- Vigilancia ambiental laboral y de la salud.
- Evaluaciones periódicas.

Así mismo, en el artículo 113 de la Ley Orgánica de Salud menciona que todas las personas naturales y sociedades se encuentran en la obligación de cumplir con la norma técnica referente a la emisión de ruido con la finalidad de reducir la contaminación ambiental por este factor (H. Congreso Nacional, 2006).

## **1.2. TEORÍAS SUSTANTIVAS**

La contaminación ambiental es un factor negativo que se está viviendo en la actualidad, que se ha dado como resultado del crecimiento de la humanidad y de la evolución que esta ha experimentado. El término contaminación proviene del latín *contaminatio* que expresa la acción de contaminar, lo que a su vez denota la alteración dañina de las condiciones naturales de un medio o un factor a través de agentes físicos o químicos. La contaminación acústica, es la contaminación por ruido, una de las clases de contaminación más comunes y la que tiene mayor importancia en la actualidad, especialmente en ciudades o países. (García, 2012)

La intensidad de las distintas actividades o fuentes sonoras se mide en decibeles (dB). La escala de medición sonora va desde 0 dB, que indica el umbral mínimo de percepción acústica, hasta el límite peligroso establecido en 160 dB por la OMS. La escala de mínima percepción auditiva se divide en 130 decibeles. La mayoría de los sonidos de nuestro ambiente diario son entre 30 y 100 dB. Debido a que los decibeles son cantidades logarítmicas, requieren matemáticas logarítmicas y no simplemente la suma y la resta lineal. Ejemplo, si dos fuentes de sonido producen cada una 100 dB y son operadas en conjunto, sólo producen 103 dB, en vez de 200 dB como se pudiera esperar. (Noise And Its Effect On People)

**Tabla No. 3: Intensidad del Ruido y valoración subjetiva de su percepción**

| dB    | Valoración Subjetiva         |
|-------|------------------------------|
| 30    | Débil                        |
| 50-60 | Moderado                     |
| 70-80 | Fuerte                       |
| 90    | Muy Fuerte                   |
| 120   | Ensofecedor                  |
| 130   | Umbral de sensación dolorosa |

Fuente: [www.juristas-ruidos.org/Documentos/Efectos\\_ruido\\_salud.pdf](http://www.juristas-ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.pdf)

La siguiente Tabla resume los efectos sobre la salud y un nivel orientativo a partir del cual se pueden producir, según la Organización Mundial de la Salud.

**Tabla No. 4: Los efectos sobre la salud, según la OMS**

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

Fuente: Organización Mundial de la Salud

De forma más detallada, el manual de la OMS “Night Noise Guidelines” recoge los efectos sobre la salud provocados por el ruido según el grado de evidencia disponible:

*“Evidencia suficiente: se puede establecer una relación causal entre la exposición nocturna al ruido y el efecto sobre la salud. En estudios donde coincidencias, sesgos y distorsiones pueden excluirse, se puede observar la relación. La plausibilidad biológica de que el ruido provoca efectos en la salud está también bien establecida.*

*Evidencia limitada: la relación entre el ruido y los efectos sobre la salud no se ha observado directamente, pero hay evidencia disponible de buena calidad que apoya la asociación causal. La evidencia indirecta es a menudo abundante, vinculando la exposición al ruido con un efecto intermedio de los cambios fisiológicos que conducen a efectos adversos sobre la salud.”*

**Tabla No. 5: Efectos y umbrales para los que existe evidencia suficiente y limitada, según la guía Night Noise Guidelines de la OMS**

| EVIDENCIA SUFICIENTE |   |  |             |
|----------------------|---|--|-------------|
|                      | EFEKTOS   | INDICADOR  | Umbral (dB) |
| Efectos biológicos   | Despertar electro encefalográfico   | $L_{A, \max}$ interior   | 35          |
|                      | Movilidad   | $L_{A, \max}$ interior   | 32          |
|                      | Cambios en la duración de varias etapas del sueño, en la estructura del sueño y fragmentación del sueño | $L_{A, \max}$ interior   | 35          |
| Calidad del Sueño    | Despertares nocturnos o demasiado temprano  | $L_{A, \max}$ interior   | 42          |
|                      | Incremento de la movilidad media durante el sueño   | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 42          |
| Bienestar            | Molestias durante el sueño  | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 42          |
|                      | Uso de somníferos y sedantes  | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 40          |
| Condiciones médicas  | Insomnio (diagnosticado por un profesional médico)  | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 42          |
| EVIDENCIA LIMITADA   |   |  |             |
|                      | Efectos   | Indicador  | Umbral (dB) |
| Bienestar            | Quejas  | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 35          |
| Condiciones médicas  | Hipertensión  | $L_{\text{noche, exterior}}$ (probablemente depende de la exposición diurna también) | 50          |
|                      | Infarto de miocardio  | $L_{\text{noche, exterior}}$ (probablemente depende de la exposición diurna también) | 50          |
|                      | Desórdenes psíquicos  | $L_{\text{noche, exterior}}$   | 60          |

Fuente: Unión Europea, Junta de Andalucía, Organización Mundial de la Salud. Ruido y salud

En 1975 surge la primera edición de la Norma ISO 1999, donde se propone normalizar la determinación del riesgo auditivo por exposición a ruido. El principio es similar al de Glorig, con diferencias en los valores. Utiliza el criterio de daño auditivo de 25 dB para el promedio del aumento del umbral auditivo en 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz, y el parámetro considerado como nivel de exposición es el nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A, referido a una semana laboral de 40 horas.

**Tabla No. 6: Criterio de Glorig sobre riesgo porcentual de daño auditivo (adaptación)**

| Edad                         |     | 20 | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   |
|------------------------------|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Años de exposición           |     | 0  | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   |
| Nivel de exposición<br>[dBA] | 80  | 0  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|                              | 85  | 0  | 1,0  | 2,6  | 4,0  | 5,0  | 6,1  | 6,5  | 8,0  | 8,0  | 6,5  |
|                              | 90  | 0  | 3,0  | 6,6  | 10,0 | 11,9 | 13,4 | 15,6 | 17,5 | 18,0 | 14,5 |
|                              | 95  | 0  | 5,7  | 12,3 | 18,2 | 21,4 | 24,1 | 26,7 | 28,3 | 28,0 | 24,0 |
|                              | 100 | 0  | 9,0  | 20,7 | 30,0 | 35,9 | 38,1 | 40,8 | 41,5 | 40,0 | 35,0 |
|                              | 105 | 0  | 13,2 | 31,7 | 44,0 | 49,9 | 54,1 | 57,8 | 57,5 | 54,0 | 44,5 |
|                              | 110 | 0  | 19,0 | 46,2 | 61,0 | 68,4 | 73,1 | 73,8 | 71,5 | 64,0 | 51,5 |
|                              | 115 | 0  | 26,0 | 61,2 | 79,0 | 83,9 | 86,1 | 84,3 | 89,5 | 70,0 | 55,0 |

Fuente: <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/ISO1999.pdf>

Según información de la página Web de Cochlear, empresa de soluciones auditivas implantables, respecto a la clasificación de Hipoacusia se establece lo siguiente:

*“La cantidad de hipoacusia que tiene una persona se clasifican en leve, moderada, severa o profunda. La Audición normal se define cuando la persona puede oír sonidos suaves por encima de 20 dBA. La Hipoacusia leve cuando en su mejor oído escucha entre 25 y 39 dBA., por lo que le cuesta entender el habla en entornos ruidosos. La Hipoacusia moderada, cuando en su mejor oído escucha entre 40 y 69 dBA., por lo que le cuesta entender el habla sin una prótesis auditiva. La Hipoacusia severa, cuando en su mejor oído escucha entre 70 y 89 dBA., por lo que necesita prótesis auditivas potentes o un implante. Y la Hipoacusia profunda, cuando en su mejor oído de más de 90 dBA., por lo que tiene que recurrir básicamente a la lectura de los labios y/o el lenguaje de signos, o a un implante”.*

## 1.2.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Como se ha mencionado anteriormente, el ruido llega a causar la pérdida de la audición, con esto también puede ocasionar reducción del confort, cierto grado de molestia dependiendo del nivel de ruido al que se encuentra expuesto, sensación de agobio, reducción de la atención a las cosas, la concentración de tareas, dificulta el trabajo en equipo y aumenta la irritabilidad de las personas expuestas a él (Gayo, Jorge Luis Parrondo et al, 2006). Una exposición cotidiana al ruido fuerte, puede llegar a ocasionar cansancio, tensión, ansiedad, alteración nerviosa, insomnio, aumenta la agresividad, la irritación, puede llegar hasta causar enfermedades cardiovasculares (Manuel Recuero López, 2007).

**Tabla No.7: Efectos causados por las diferentes exposiciones al ruido**

| Ambiente   | Efectos en la salud  | Leq (dB(A)) | Tiempo (horas)   | Lmax fast (dB(A)) |
|--|--|-------------|------------------|-------------------|
| Exterior habitable   | Malestar fuerte, día y anochecer                                 | 55          | 16               |                   |
|  | Malestar moderado, día y anochecer                               | 50          | 16               |                   |
| Interior de viviendas<br>Dormitorios                               | Interferencia en comunicación verbal, día y anochecer            | 35          | 16               |                   |
|  | Perturbación del sueño, noche                                    | 30          | 8                | 45                |
| Fuera de los dormitorios   | Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior) | 45          | 8                | 60                |
| Aulas de escolar y preescolar, interior                            | Interferencia en la comunicación, inteligibilidad del mensaje    | 35          | Durante la clase |                   |
| Dormitorios preescolar, interior                                   | Perturbación del sueño   | 30          | Periodo descanso | 45                |
| Escolar, lugares de juego  | Malestar (fuentes externas)                                      | 55          | Durante el juego | -                 |
| Salas hospitales, interior   | Perturbación del sueño, noche                                    | 30          | 8                | 40                |
|  | Perturbación de sueño, día + anochecer                           | 30          | 16               |                   |
| Zonas industriales, de tráfico, comercio,... (interior y exterior) | Daños al oído  | 70          | 24               | 110               |
| Ceremonias, festivales y actividades recreativas                   | Daños al oído (asistentes habituales: <5 veces/año)              | 100         | 4                | 110               |
| Altavoces, interior y exterior                                     | Daños al oído  | 85          | 1                | 110               |
| Música a través de cascos y auriculares                            | Daños al oído (valores en campo libre)                           | 85          | 1                | 110               |
| Sonidos impulsivos de juguetes, petardos, armas de fuego           | Daños al oído (adultos)  |             |                  | 140               |
|  | Daños al oído (niños)  |             |                  | 120 (pico)        |

Fuente: Organización Mundial de la Salud, efectos causados por la exposición al ruido. 2000

### 1.3. REFERENTES EMPÍRICOS

A nivel internacional se establece que un nivel de ruido entre 45 y 55 dB resulta molesto y desagradable (ITSEMAP, 1988). Como resultado de la exposición a niveles elevados de ruido industrial se produce hipoacusia o sordera profesional (Álvarez, 1985), que no es más que la pérdida de la audición de ambos oídos, irreversible y acumulativa de tipo nervioso sensorial que afecta las frecuencias conversacionales. (Enciclopedia de Medicina, 1979).

Según (Hernández, 2006) en su estudio titulado, Hipoacusia inducida por ruido: estado actual, indica que:

*“Se estima que un tercio de la población mundial y el 75% de los habitantes de ciudades industrializadas padecen algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de alta intensidad. La OMS refiere una prevalencia promedio de hipoacusia del 17% para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 horas diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años”.*

En el trabajo realizado por (Eyre 2004), sobre exposición al polvo y ruido laboral en la minería de pizarra de Galicia, se tomó como muestra para el análisis de ruido a 343 trabajadores, los cuales estaban expuestos diariamente a un nivel de presión sonora entre 85 a 90dBA, cuyos resultados audiométricos dieron como resultado que el 58.31% es decir 200 trabajadores presentó alteraciones audiométricas compatibles con la exposición al ruido.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. METODOLOGÍA**

La modalidad de la investigación a utilizar es cuali-cuantitativa se basa en hechos percibidos y medidos para el desarrollo del proyecto.

Para definir la percepción del malestar que genera el ruido en la población aledaña a la fábrica y sus trabajadores, se debe descubrir la realidad y describir e interpretar los resultados en base a las experiencias de los encuestados por ello se la cataloga como cualitativa, así también para poder llegar a la demostración de la hipótesis se realizan análisis que permiten conocer la realidad que genera el ruido en la salud de los trabajadores, modalidad que se considera cuantitativa.

#### **2.2. MÉTODOS**

##### **TEÓRICO**

El método teórico utilizado en la presente investigación es el Deductivo, ya que permite corroborar después de efectuado el análisis de los hechos particulares, si son válidos los datos generales aplicados al estudio.

##### **EMPÍRICO**

Los métodos empíricos utilizados en la presente investigación son: observación, mediciones y encuestas, que permiten analizar las relaciones entre los aspectos del mismo y la teoría más relevante existente en este ámbito.

### 2.3. HIPÓTESIS

El nivel excesivo de ruido generado por los motores estacionarios afecta la salud de los trabajadores de la fábrica y moradores del sector.

### 2.4. UNIVERSO Y MUESTRA

#### 2.4.1 Universo.

Para la realización del presente trabajo se toma como universo a 51 personas, divididas en dos grupos, el primero corresponde a los trabajadores de la fábrica “Hielo Sur” compuesto por 6 personas y el segundo corresponde a los moradores de los alrededores de la fábrica representado por 45 personas.

#### 2.4.2 Muestra.

Para que el tamaño de la muestra sea el propicio es necesario la realización de cálculos. La fórmula a utilizar para el presente estudio es la de población finita.

**n**= tamaño de la muestra.

**N**= tamaño de la población.

**p** = posibilidad de que ocurra un evento,  $p = 0.5$

**q** = posibilidad de no ocurrencia de un evento,  $q = 0.5$

**e** = error, se considera el 5 %;  $e = 0.05$

**z** = nivel de confianza, que para el 95 %,  $Z = 1.96$

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

**Número de trabajadores a encuestar.**

|          |             |
|----------|-------------|
| <b>z</b> | <b>1,96</b> |
| <b>N</b> | <b>6</b>    |
| <b>p</b> | <b>0,5</b>  |
| <b>q</b> | <b>0,5</b>  |
| <b>e</b> | <b>0,09</b> |

$$n = \frac{4,232494582}{0,043245 + 0,7054158} = \frac{4,23249458}{0,74866076} = 6$$

En este caso el número de encuestas a realizar a los trabajadores de la fábrica de hielo es 6.

### Número de moradores a encuestar

|          |             |
|----------|-------------|
| <b>z</b> | <b>1,96</b> |
| <b>N</b> | <b>45</b>   |
| <b>p</b> | <b>0,5</b>  |
| <b>q</b> | <b>0,5</b>  |
| <b>e</b> | <b>0,09</b> |

$$n = \frac{31,74370937}{0,380556 + 0,7054158} = \frac{31,7437094}{1,08597176} = 29$$

El número de encuestas a realizar a los moradores que habitan en los alrededores de la fábrica “Hielo Sur” es de 29.

## 2.5. Operacionalización de variables

**Tabla No.8: Relación de Variables**

| VARIABLE         | DIMENSIÓN      | EQUIPO         | INDICADORES   | CRITERIOS DE MEDICIÓN                    |
|------------------|----------------|----------------|---|--|
| RUIDO            | FÍSICO         | SONÓMETRO      | RUIDO LABORAL   | NIVEL DE RUIDO dB                        |
|                  | CLÍNICO        | CONTROL MÉDICO | HIPOACÚSIA  | AUDIOMETRÍA                              |
| PÉRDIDA AUDITIVA | EPIDEMIOLÓGICA | ENCUESTA       | TIEMPO DE EXPOSICIÓN  | HORAS QUE SE EXPONEN POR JORNADA LABORAL |
|                  |                |                | PROTECCIÓN PERSONAL   | USO DE PROTECTORES AUDITIVOS             |
|                  |                |                | CONOCIMIENTO DE PROBLEMAS EN LA SALUD CAUSADOS POR EL RUIDO | SI<br>NO                                 |
|                  |                |                | HA DISMINUIDO SU CAPACIDAD AUDITIVA                         | SI<br>NO                                 |
| MALESTAR         | EPIDEMIOLÓGICA | ENCUESTA       | PERCEPCIÓN DEL RUIDO  | ALTO<br>MEDIO<br>BAJO                    |
|                  |                |                | PROBLEMAS DE SALUD POR EL RUIDO                             | SI<br>NO                                 |

Fuente: Autor

## 2.6. GESTIÓN DE DATOS

Todos los datos recolectados están procesados y tabulados, presentados en tablas y gráficos para una mejor apreciación. Para los datos sobre la percepción que tienen respecto al nivel de ruido emitido por la fábrica, la capacidad auditiva, problemas de salud

ocasionados por el ruido, se levantaron encuestas con cuestionario cerrado para trabajadores y habitantes del sector y para las mediciones de ruido se utilizó un sonómetro. Para el ruido ambiental se tomó en 4 sitios en el exterior de la fábrica y para el ruido laboral se tomó en 9 sitios al interior de la fábrica, en los cuales los trabajadores realizan las actividades en los procesos de producción; la medición del ruido ambiental se la realizó conforme establece el numeral 5 de la norma técnica de niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles, del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

## **2.7. CRITERIOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el levantamiento de las encuestas, se usó el consentimiento informado, es decir se les explicó a cada morador y trabajador, cuál es la finalidad de la investigación, quién es el autor de la investigación y si quería contestar el cuestionario utilizado para el desarrollo de la investigación, expresando luego de ello su voluntad en participar, es decir los encuestados estuvieron de acuerdo con ser informantes y, a su vez, conocieron tanto sus derechos como sus responsabilidades dentro de la investigación, además se les garantizó la seguridad y protección de la identidad. Para realizar las audiometrías a los trabajadores, se les hizo firmar el consentimiento tanto al propietario de la fábrica de hielo como a cada trabajador, pues se requería de la autorización personal para realizarles dichos exámenes. El formato de consentimiento se encuentra en los anexos No. 4 y No. 5.

Toda la información levantada ha sido procesada en base a los datos obtenidos en el campo de estudio sin ser modificados, garantizando la veracidad de los resultados y su procesamiento.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

#### **3.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS**

En base a los objetivos planteados y las investigaciones realizadas, se presentan los siguientes resultados.

1. Resultados de los niveles sonoros obtenidos en los 9 sitios al interior de la fábrica (Ruido Laboral) y de los 4 sitios al exterior (Ruido Ambiental).
2. Resultados de las audiometrías elaboradas por los médicos otorrinolaringólogos Bolívar Barragán y Pablo Toral.
3. Resultados de las encuestas realizadas a la muestra de los trabajadores de la fábrica y la muestra de habitantes del sector.

#### **3.2 DIAGNÓSTICO**

Resultados de los niveles sonoros obtenidos al interior de la fábrica (Ruido Laboral).

La medición de niveles sonoros dentro de la fábrica fueron realizados en los siguientes sitios: área de motores, área de ventiladores, área de triturado, área de ingreso, área de desmolde, vivienda de trabajadores, vivienda de propietarios, bodega y guardianía. Las mediciones se realizaron los días 14, 15 y 21 de enero de 2016 durante distintas horas de trabajo con el objetivo de obtener un promedio de nivel sonoro que se ajuste a la realidad que

se vive dentro de la fábrica y poder compararlo con el nivel permisible de presión sonora según las dos jornadas establecidas.

A continuación en la Tabla No. 9, se puede apreciar los resultados obtenidos de los niveles sonoros para los 9 sitios de la fábrica (Ruido Laboral):

**Tabla No. 9: Niveles sonoros al interior de la fábrica (Jornada Diurna y Nocturna) (Ruido Laboral) (En decibeles)**

| Punto                         | Dato 1<br>14-ene-16 | Dato 2<br>15-ene-16 | Dato 3<br>21-ene-16 | Promedio | Dato 4<br>21-ene-16 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|---------------------|
| Área de motores estacionarios | 10:00 AM            | 11:00 AM            | 4:00 PM             | 95 dB    | 9:15 PM             |
|                               | 96.9 dB             | 93.6 dB             | 94.5 dB             |          | 81.6 dB             |
| Área de ventiladores          | 10:04 AM            | 11:04 AM            | 4:04 PM             | 99 dB    | 9:19 PM             |
|                               | 99.5 dB             | 99.1 dB             | 98.3 dB             |          | 83.6 dB             |
| Área de Triturado             | 10:10 AM            | 11:10 AM            | 4:10 PM             | 104 dB   | *                   |
|                               | 102.8 dB            | 104.3 dB            | 104.1 dB            |          |                     |
| Área de Desmolde              | 10:15 AM            | 11:15 AM            | 4:15 PM             | 88. dB   | *                   |
|                               | 88.9 dB             | 87.5 dB             | 88.9 dB             |          |                     |
| Áreas de acceso               | 10:22 AM            | 11:22 AM            | 4:22 PM             | 78.13 dB | 9:25 PM             |
|                               | 77.6 dB             | 76.0 dB             | 80.8 dB             |          | 76.2 dB             |
| Vivienda de trabajadores      | 10:28 AM            | 11:28 AM            | 4:28 PM             | 77.73 dB | 9:31 PM             |
|                               | 76.7 dB             | 77.6 dB             | 78.9 dB             |          | 71.3 dB             |
| Vivienda de Propietarios      | 10:35 AM            | 11:35 AM            | 4:35 PM             | 79.96 dB | 9:38 PM             |
|                               | 79.7 dB             | 80.0 dB             | 80.2 dB             |          | 73.20 dB            |
| Bodega                        | 10:40 AM            | 11:40 AM            | 4:40 PM             | 86 dB    | 9:43 PM             |
|                               | 80.6 dB             | 89.0 dB             | 89.5 dB             |          | 81.2 dB             |
| Guardianía                    | 10:45 AM            | 11:45 AM            | 4:45 PM             | 90 dB    | 9:48 PM             |
|                               | 81.3 dB             | 92.6 dB             | 96.1 dB             |          | 81.1 dB             |

Fuente: Niveles de Presión Sonora Continua Equivalente – Elaboración: Autor

\*No se tomaron mediciones en el horario nocturno ya que las actividades de triturado y desmolde son desarrolladas en horas de la mañana o tarde.

Los resultados de los niveles sonoros tomados al interior de la fábrica, tanto en el día como en la noche, son superiores al límite máximo establecido en el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, pues fija en 85 decibeles el límite de exposición, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo como se indica en la Tabla No.2, estos resultados confirman la necesidad de tomar medidas correctivas, que permitan disminuir los niveles de ruido a los cuales están expuestos tanto los propietarios y trabajadores de la fábrica que habitan en ésta.

En la totalidad de los puntos tomados en la jornada diurna los niveles sonoros sobrepasan con 3.0 dB en el mínimo y con 19 dB en el máximo, con respecto al límite permitido para 8 horas de trabajo y en la jornada nocturna éstos no sobrepasan el límite, siendo que el personal no labora en dicha jornada. Por consiguiente, el ruido al que se exponen los trabajadores dentro de la fábrica en su horario de labores, claramente influye en el deterioro del nivel auditivo del personal, tal como se indica en la Tabla No. 7, más aún cuando los trabajadores no utilizan protección auditiva en ninguna de las zonas de trabajo y tres de ellos viven en la fábrica.

Resultados de los niveles sonoros obtenidos en el exterior de la fábrica (Ruido Ambiental).

**Tabla No. 10: Niveles sonoros en el exterior de la fábrica (Ruido Ambiental)  
(En decibeles)**

| Punto                           | Dato 1    | Dato 2    | Dato 3    | Promedio | Dato 4    |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|                                 | 14-ene-16 | 15-ene-16 | 21-ene-16 |          | 21-ene-16 |
| Viviendas Aledañas a la fábrica | 10:50 AM  | 11:50 AM  | 4:50 PM   | 64.2 dB  | 9:53 PM   |
|                                 | 63.2 dB   | 61.3 dB   | 68.1 dB   |          | 60.2 dB   |
| Acceso de la fábrica            | 10:54 AM  | 11:54 AM  | 4:54 PM   | 65.00 dB | 9:57 PM   |
|                                 | 61.5 dB   | 66.4 dB   | 67.1 dB   |          | 61.3 dB   |
| Frente a la fábrica             | 10:57 AM  | 11:57 AM  | 4:57 PM   | 62.37 dB | 10:00 PM  |
|                                 | 64.6 dB   | 60.7 dB   | 61.8 dB   |          | 60.4 dB   |
| Tras la fábrica                 | 11:05 AM  | 12:05 AM  | 5:05 PM   | 64.43 dB | 10:08 PM  |
|                                 | 62.8 dB   | 61.2 dB   | 69.3 dB   |          | 63.9 dB   |

Fuente: Niveles de Presión Sonora Continua Equivalente – Elaboración: Autor

Según los resultados que se muestran en la Tabla No. 10, para los exteriores de la fábrica se cumplen con los niveles permitidos de ruido ambiental que establece el Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, para uso de suelo industrial (ID3/ID4), en el período diurno de 07H01 a 21H00, está permitido un máximo de 70dB y para el período nocturno desde las 21H01 hasta las 07H00, el máximo permitido es de 65 dB, y, los promedios correspondientes en las distintas áreas exteriores no sobrepasan los 65 dB tanto en período diurno como nocturno. La distancia de los puntos de

muestreo de las viviendas que se encuentran en el área de influencia directa, están detalladas en el anexo No.5.

#### Resultados de las encuestas realizadas a la muestra de trabajadores de la fábrica.

Las encuestas fueron aplicadas a 3 trabajadores temporales y 3 fijos de la fábrica, cuyos gráficos se encuentran en el Anexo Nro. 6. En los resultados, se puede evidenciar un claro desconocimiento general sobre los efectos que en la salud genera el ruido. Más de la mitad de los trabajadores manifestó que su percepción sobre el nivel de ruido de la fábrica es alto, mientras que 2 de ellos indicaron que es medio, ninguno de ellos considera que el nivel de ruido dentro de las instalaciones es bajo. Cinco de los seis trabajadores manifestaron no poder dormir adecuadamente por las noches debido al ruido al que se exponen a diario en el trabajo dentro de la fábrica de hielo; mientras solo uno indicó no tener problemas de sueño.

#### Resultados de las encuestas realizadas a la muestra de habitantes del sector.

El total de habitantes encuestados fue de 29, se escogieron aleatoriamente a personas que vivían a distintas distancias de la fábrica, de manera que se incluyan las percepciones de los habitantes del sector que viven bastante cerca y aquellos que viven lejos de la fábrica. El 41% de los encuestados viven entre 50m y 100m de la fábrica, el 28% de 20m a 50m, el 21% a más de 100 metros, mientras que sólo el 10% vive a menos de 20m. Este resultado manifiesta, que sólo un 10% de los habitantes vive realmente cerca de la fábrica y es afectado en cierta medida por el ruido que ésta genera. A medida que las viviendas de los habitantes se alejan de la fábrica, el ruido que llega a ellos es menor por la disipación que la distancia genera. Se puede afirmar que, debido a los resultados de la



primera pregunta, tan solo 8 de los 29 encuestados calificaron el nivel de ruido de la fábrica como alto, 10 encuestados lo calificaron como medio, mientras que la mayoría (un total de 11), lo calificaron como bajo.

Por otro lado, un 10% de la muestra indicó que vivir cerca de la fábrica le ha generado problemas de salud, y al 7% le resulta incómodo habitar en zonas aledañas a la fábrica, un 69% de los encuestados no consideran necesario que la fábrica tome medidas con relación al ruido que generan, el 31% restante considera que sí es necesario. Un total de 27 de los 29 habitantes afirmó no tener problemas para dormir por las noches, y 2 de ellos indicaron no poder descansar correctamente. A pesar de los resultados antes expuestos, la totalidad de los encuestados aseguró que su capacidad auditiva no ha disminuido como consecuencia del ruido generado por la fábrica. Casi la mitad de los habitantes (48%), se realizó al año un chequeo médico general, un 14% indicó haberse realizado dos chequeos anuales, un porcentaje mínimo del 7% se realizó un total de tres chequeos anuales, y el resto (31%); no se ha realizado chequeos médicos últimamente. Los gráficos de las encuestas se encuentran en el Anexo No.6.

#### Resultados de las audiometrías realizadas por los médicos otorrinolaringólogos Bolívar Barragán y Pablo Toral, a los trabajadores de la fábrica.

De la realización de audiometrías a los trabajadores de la fábrica, independientemente de si eran fijos o temporales, la información más relevante recaudada a través de la consulta médica realizada por el especialista otorrinolaringólogo fue la edad, el tiempo de exposición al ruido, antecedentes personales y familiares, además previo a la audiometría los médicos realizaron a cada trabajador una otoscopia con la finalidad de

identificar factores que puedan alterar el resultado de las mismas, una vez evaluado y sin encontrar anomalías en la estructura anatómica del oído, se procedió a realizar la prueba respectiva.

La edad promedio de los trabajadores es de 43 años, siendo el más joven de 28 años de edad y el más adulto de 66 años. Cinco de los seis trabajadores son hombres, tienen una exposición alta al ruido emitido por la fábrica y no utilizan equipo de protección auditiva. Tres de ellos viven en la fábrica y los otros tres están en la fábrica solo en tiempo de aguaje y por las 6 u 8 horas que dure la triturada de hielo.

### Prevalencia de Alteraciones Auditivas en la población de estudio

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{No. Casos}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$$

$$P = \frac{4 \times 100}{6}$$

$$P = 66,6\%$$

La prevalencia de alteraciones auditivas encontrada en los trabajadores de la fábrica de hielo fue del 66,6% (n=4), de los cuales en el 16,16% (n=1) se identificó hipoacusia severa, en el 33,3% (n=2) se identificó hipoacusia leve y en el 16,16% (n=1) se identificó hipoacusia moderada, mientras que el 33,7% (n=2) presentaron una capacidad auditiva normal.

**Gráfico No. 1: Resultados de las Audiometrías**



Fuente: Audiometrías - Elaboración: Autor

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN**

#### **4.1. CONTRASTACIÓN EMPÍRICA**

Es importante recordar que la ciudad de Machala no tiene delimitada la zona industrial, para ello el Anexo 5 del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en su artículo 4.1.4 expresa: “En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos en la definición del uso de suelo, será la Autoridad Ambiental competente la que determine el nivel máximo de emisión de la FFR a ser evaluada en función de los PCA.” Ahora bien, para poder realizar el análisis de los resultados del ruido ambiental, es importante tomar en consideración los límites permisibles de niveles de ruido para fuentes fijas conforme lo establece el uso de suelo, el cual para esta investigación se lo ha definido como industrial 3 (ID3) que se establece en la Tabla No. 1.

A nivel nacional, la normativa que establece el Reglamento de Seguridad y Salud del trabajador, indica, que es un nivel permisible los 85dBA de ruido durante ocho horas de exposición, que se puede tolerar niveles de ruido superiores durante períodos inferiores a ocho horas de exposición, además que las personas expuestas a esos altos niveles de ruido deben contar con la debida protección de los oídos y deben rotar del puesto de trabajo, saliendo de las zonas catalogadas como ruidosas, al cabo del cumplimiento de las horas establecidas según el nivel sonoro, determinados en la Tabla No.2.

Si los efectos en la salud por la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición, exponerse a niveles de 85dB – 90dB se considera fuerte según la Organización Mundial de la Salud (OMS) conforme se indica en la Tabla

No.7, lo cual debería ser una preocupación para los dueños de la fábrica y sus trabajadores, ya que éste es el promedio de decibeles a los que están expuestos durante el día, puesto que el promedio de decibeles tomados en la fábrica es de 89dBA, mientras que en la noche existe un promedio de 82dBA; considerándose puntos críticos aquellos que son iguales o superiores a 90dBA, y en el interior de la fábrica “Hielo Sur” hay varios sitios como: el área de triturado, con los niveles de ruido más fuertes (104dBA), el área de ventiladores con 99dBA, el área de motores estacionarios con 95dBA y finalmente el área de guardianía con 90dBA.

**Tabla No. 11: Nivel sonoro, jornada laboral y tiempo de exposición por jornada**

| Punto                         | Nivel Sonoro Jornada Diurna (dB) | Jornada laboral normal (horas) | Jornada laboral en aguaje (horas) | Tiempo de exposición permitido (horas) |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| Área de motores estacionarios | 95                               | 6                              | 8                                 | 2                                      |
| Área de ventiladores          | 99                               | 6                              | 8                                 | 2                                      |
| Área de Triturado             | 104                              | 0                              | 6 a 8                             | 1                                      |
| Área de Desmolde              | 88                               | 6                              | 8                                 | 8                                      |
| Bodega                        | 86                               | 1/2                            | 1/2                               | 8                                      |
| Guardianía                    | 90                               | 24                             | 24                                | 4                                      |

Fuente: Niveles de Presión Sonora Continua Equivalente – Elaboración: Autor

Es evidente que los trabajadores se encuentran expuestos a la mayoría de las áreas, por un tiempo superior al permitido, considerando los altos niveles de ruido de dichos sectores, para las áreas de motores estacionarios y ventiladores, la jornada laboral va de 6 a 8 horas, mientras que la jornada permitida es de apenas 2 horas considerando la exposición de niveles sonoros de 95 dB y 99 dB respectivamente. Para el área de triturado, con el mayor nivel sonoro (104dBA), se permite tan solo 1 hora de exposición, mientras que normalmente los trabajadores laboran en esta área por un período de 6 a 8 horas.

De los datos tomados y el que más motiva la atención para esta investigación, son los niveles de ruido en la vivienda de trabajadores y propietarios, durante la jornada diurna y nocturna que promedian entre 78.85dBA y 72.25dBA respectivamente, como se puede apreciar en la Tabla No. 9. Resulta que el nivel de presión sonora necesario para el entorno residencial en base a la Legislación Ambiental Ecuatoriana por tipo de suelo que se indica en la Tabla No. 1, establece que es de 55 dB en el período diurno y de 45 dB en el nocturno, lo que demuestra que tanto trabajadores y propietarios que habitan en el interior de la fábrica tienen una exposición que sobrepasa el 160% al nivel permitido y recomendado para el descanso dentro de una vivienda, estableciendo un serio problema para resolver.

#### Análisis de los resultados de las encuestas realizadas

Un factor preocupante es el hecho de que a pesar de que el ruido de la fábrica es alto, ninguno de los trabajadores utiliza equipo de protección, de ningún tipo, además de no haber recibido en ningún momento una charla sobre los problemas que se generan en la salud por la exposición al ruido. Más de 65% de los encuestados indicaron que su nivel auditivo no es igual al que tenían antes de ingresar a trabajar en la fábrica, lógicamente refiriéndose a un deterioro de la audición. Considerando que los trabajadores normalmente evitan las visitas al médico por los costos que esto conlleva, no es de sorprenderse que solo uno de ellos se haya realizado chequeos auditivos a lo largo del año.

En general, se puede concluir que debido a que son pocos los habitantes que viven a menos de 20m de la fábrica, una gran mayoría no se siente afectado por los niveles de ruido, esto es resultado de que el ruido se reduce a medida que aumenta la distancia. El ruido se reduce en aproximadamente 3 dB por cada metro de distancia de la fuente, es decir que

fuera de la fábrica el nivel de ruido tiene un promedio de 64dBA, los habitantes que viven a 10 metros de la fábrica solo recibirían 34dBA del ruido generado, nivel que no provoca daño auditivo.

#### Análisis de los resultados de las audiometrías realizadas.

Las pruebas de audición son la única manera de saber si un trabajador padece realmente pérdida de audición, de manera general se observa que la mayoría de los trabajadores han sido afectados por los niveles de ruido a los que se exponen diariamente. Si bien es cierto que no se contaba con los resultados de las condiciones del trabajador previo a su ingreso a laborar en la fábrica, es decir, con exámenes pre ocupacionales como actualmente lo exige la ley, la gran mayoría tiene más de 6 años trabajando en la fábrica y dos de ellos más de 15 años, por lo cual se infiere que su condición es resultado de un riesgo laboral, conforme se define en la Tabla No.6 Criterio de Glorig sobre riesgo porcentual de daño auditivo.

Uno de los trabajadores presenta hipoacusia severa, otro de ellos presenta hipoacusia leve, dos presentan hipoacusia moderada y los otros dos se encuentran actualmente sin patologías existentes, no es de sorprenderse que el trabajador de mayor edad y quien ha estado por mayor tiempo laborando en la fábrica sea quien presenta la condición más grave, que debe ser tratada conforme fue recomendado por el especialista.

Ahora bien, conforme se ha logrado determinar dentro de la población investigada (trabajadores) existe un elevado porcentaje de afectados con sordera ocupacional, esto como consecuencia de la exposición prolongada al excesivo ruido industrial, al cual

están expuestos durante las 24 horas del día y en los 365 días del año, ya que habitan dentro de la fábrica, si bien la sordera ocupacional es objeto de varios estudios mayoritariamente a nivel internacional y en menor proporción a nivel nacional, todos ellos encaminados a identificar soluciones de protección personal y durante la jornada laboral para los trabajadores. La presente investigación va más allá de la jornada laboral, pues el análisis se focaliza en reducir el nivel de presión sonora que se recibe en el interior de las viviendas.

#### **4.2 LIMITACIONES**

Para el presente estudio existe limitaciones de información, específicamente audiometrías pre ocupacionales que no se han realizado al personal que labora en la fábrica de hielo, la cual permitiría generar un análisis más profundo del porcentaje de pérdida auditiva que ha sufrido cada trabajador en un determinado tiempo, así también el historial médico de cada trabajador, ya que permitiría conocer si existe algún otro tipo de afectación adicional a la salud, atribuibles como consecuencia de su exposición a la contaminación acústica dentro de la fábrica y por último la limitación económica para ampliar los exámenes médicos del personal.

#### **4.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Se ha podido determinar que existe afectación en el nivel de audición de cuatro trabajadores en la fábrica de hielo investigada, que representa más del 60% de personal con un tipo de discapacidad, se hace importante generar un estudio pormenorizado en trabajadores de este tipo de industrias, en lo referente al estado de la salud integral, ya que al ser una fábrica de mediana productividad, su incidencia en la salud del ser humano es muy

agresiva, tanto por la falta de conocimiento en el ámbito de prevención o porque al querer remediar la afectación que se ha producido en el trabajador es demasiado tarde.

Otra línea de investigación que se puede generar es determinar los niveles de absorción de barreras acústicas para fábricas catalogadas como ruidosas, así como materiales reciclables para elaboración de barreras acústicas en la industria, y experimentar la capacidad de absorción de cada material para garantizar la eficiencia en la utilización.

#### **4.4 ASPECTOS RELEVANTES**

Uno de los aspectos relevantes abordados en esta investigación, es la salud de los trabajadores, el cómo se ve afectada y cómo prevenir su incidencia para reducir el daño mejorando el ambiente laboral, es de comprender que al requerirse el trabajo para solventar las necesidades de un hogar, la persona se expone a riesgos permanentes, muchas de las veces debido al desconocimiento de los problemas que causan los altos niveles de ruido en el sistema auditivo, siendo una enfermedad silenciosa e irreversible.

Otro aspecto relevante es el análisis de la capacidad de absorción acústica de diferentes materiales existentes en el mercado nacional considerados como aislantes acústicos, que no han sido experimentados para verificar su eficiencia, debido a que la capacidad indicada en varios de ellos es calculada por fórmulas normalizadas internacionalmente, por ello se analiza con materiales que han sido previamente experimentados como aislantes acústicos, para garantizar la reducción del ruido en el nivel esperado con su implementación.



## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

Con la información obtenida y expuesta en los capítulos anteriores, queda claro que es imperativo que la fábrica “Hielo Sur”, busque las mejores alternativas para mejorar el ambiente laboral así como el ambiente en el interior de las viviendas por cuanto se encuentran dentro del perímetro de la fábrica, protegiendo la salud de los trabajadores y propietarios; disminuyendo los altos niveles de ruido a los que se exponen diariamente.

Como se ha expresado, la exposición al ruido durante un largo período de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición según Tabla No. 6 y 7, y no solo eso, sino muchos problemas físicos que surgen a raíz de esta exposición según Tabla No. 4; ahora bien, el ruido dificulta la comunicación, aumenta la probabilidad de errores y accidentes, genera estrés y puede contribuir a la aparición de problemas circulatorios, digestivos y nerviosos. Esta es una de las enfermedades más comunes en el trabajo, no obstante, una de las menos consideradas. Esta condición se produce a lo largo del tiempo y la mayoría de los trabajadores no se dan cuenta de que se están volviendo sordos hasta que su sentido del oído se daña permanentemente.

Según varios de los estudios que se han realizado a nivel internacional respecto al ruido, concluyen que por debajo de los 45 dB se considera una zona de bienestar y a partir de los 55 dB las personas empiezan a considerar molesto el ruido, así también consideran que los valores admisibles de sonido son: Dentro del hogar durante el día 40 dB y en la noche 35 dB y en el exterior durante el día 65 dB y en la noche 50 dB. Estos son los

niveles que se debe recibir en el interior de la vivienda tanto de propietarios como de trabajadores en la fábrica y el cual se propone llegar con el tipo de pantalla acústica diseñada.

Es vital haber realizado un análisis minucioso de las mejores alternativas de pantallas acústicas para la reducción del ruido, tanto para el que perciben diariamente los trabajadores como al que están expuestos en las horas de la noche, pues si bien durante el día se puede disminuir la recepción de ruido por medio de equipo de protección auditiva personal como tapones auditivos y/u orejeras, no es viable esta alternativa para ser utilizada en las noches, ya que es sumamente molesto dormir con este tipo de dispositivos de protección, por lo que la alternativa para reducir esta afectación en quienes habitan en ella radica en pantallas acústicas diseñadas para esta fábrica y que solo se pueden aplicar debido a las características específicas de la misma, analizando la integridad de todos los parámetros que influyen en la decisión adoptada.

Los parámetros analizados y que hacen que la definición del mejor tipo de pantalla acústica se pueda implementar son: disposición de las maquinarias y motores, distribución de las tuberías, abastecimiento de combustibles y materias primas, extracción de la producción, calor disipado, instalaciones eléctricas e hidráulicas, disposición de cámaras de congelamiento, cámaras de frío, ventilación, iluminación natural, distribución de la producción, control, vigilancia, seguridad y mantenimientos. Con todas estas variables y que son fijas, pues no se puede plantear una reingeniería de la fábrica y/o viviendas por los costos que estos representan, por tanto se procede a definir la pantalla acústica, tipo de material, tamaño y ubicación.

La investigación realizada por Inche, Chung, Vizarreta (2010), *“Diseño y desarrollo de nuevos materiales textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico”*,

en la cual experimentaron la capacidad de absorción de dos tipos de aislantes acústicos como son la lana de vidrio y napa textil, en ella concluyen que el panel tipo sándwich de lana de vidrio tiene mayor capacidad de aislante acústico presentando 39.8dBA de aislación acústica con un espesor de 2 cm.

A continuación en la Tabla No.12 se presentan los tipos de barreras acústicas que se pueden implementar en la fábrica, en la que se especifica la capacidad de absorción del material seleccionado, tomado del anexo no.7 y el nivel de ruido que recibiría en las viviendas con su implementación, además del costo por metro cuadrado.

**Tabla Nro. 12: Tipos de Barreras Acústicas para la fábrica**

| Nº | Ubicación                                   | Intensidad de Ruido = ó > | Barrera Acústica  | Capacidad de Absorción | Nivel esperado | Costo USD por m2 |
|----|---|---------------------------|---|------------------------|----------------|------------------|
| 1  | 2 metros Alrededor de Motores Estacionarios | 95 dBA                    | Pared de yeso + madera  | 18 dBA                 | 77 dBA         | \$ 41.71         |
| 2  | 2 metros Alrededor de Motores Estacionarios | 95 dBA                    | Pared de ladrillo + poliestireno expandido                      | 18 dBA                 | 77 dBA         | \$ 44.25         |
| 3  | 2 metros Alrededor de la Vivienda           | 83 dBA                    | Pared de Vidrio de 6 mm   | 31 dBA                 | 52 dBA         | \$ 25.90         |
| 4  | Paredes de viviendas                        | 79,96 dBA                 | Panel tipo Sándwich de fibra de vidrio y playwood hidrosistente | 38,9 dBA               | 41,06 dBA      | \$ 31.54         |

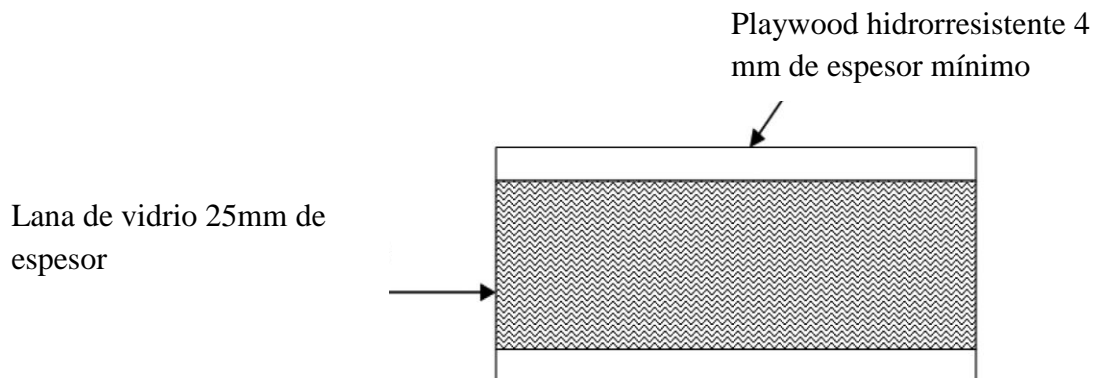
Fuente: Autor

Ahora bien, teniendo fundamentación experimental, se ha decidido colocar paneles acústicos tipo sándwich con lana de vidrio en la paredes de las viviendas que están dentro del perímetro de la fábrica, para con ello permitir que el ruido se aísle de las viviendas, ya que si una onda sonora se encuentra con una superficie dura, se reflejará en ella, lo que incrementaría aún más el ruido ya emitido en el interior de la fábrica; pero si choca contra un material a prueba de sonidos, se absorberá, es decir reducirá la reverberación que las paredes de mampostería generan actualmente, se considera también realizar el cambio del espesor del

vidrio en las ventanas por uno de 6mm, garantizando la eficiencia del aislamiento acústico en el interior de las viviendas.

Si el nivel de presión sonora (NPS) requerido en el interior es de 35dBA para la noche, se necesita reducir los 39dBA adicionales que existen en este ambiente, para ello el panel tipo sándwich de lana de vidrio tendrá un espesor de 2.5 cm, ya que en esta presentación se encuentra en el mercado ecuatoriano, lo que permitirá tener mayor capacidad de aislamiento, pues a mayor densidad del material mayor absorción.

**Figura Nro. 1: Esquema del Panel Tipo**



Se ha definido la barrera acústica que se debe implementar en la fábrica y para garantizar la eficiencia y mejorar el ambiente laboral, se propone además realizar los siguientes programas que se detallan a continuación:

### **Programa de entrega de Equipos de Protección Personal (EPP)**

Se entregará anualmente a todo el personal el siguiente EPP:

- Casco Plástico con orejeras adaptadas
- Gafas protectoras claras
- Guantes de Protección

- Botas de caucho

**Tabla Nro. 13: Tipos de Barreras Acústicas de Uso Personal**

| Nº | Descripción | Intensidad de Ruido = ó > | Barrera Acústica  | Capacidad de Absorción | Nivel esperado |
|----|-------------|---------------------------|---|------------------------|----------------|
| 1  | Trabajador  | 102 dBA                   |  Tapones Pro-Seals         | 29 dBA                 | 73 dBA         |
| 2  | Trabajador  | 102 dBA                   |  Orejeras Peltor Oratime I | 27 dBA                 | 75 dBA         |

Fuente: Autor

Adicional al EPP y como parte del programa de protección, se colocará señalética dentro de varios puntos de la fábrica en la que se recuerde el nivel de ruido al que se exponen en dicha área, así como recordatorios del uso del EPP en todo momento.

**Figura No. 2: Señalética**



### Programa de salud

Se realizarán pruebas audiométricas anuales a todo el personal de la fábrica y propietarios. Los trabajadores deberán conocer los resultados de dichas pruebas cada vez que

se realicen, así también se realizarán mediciones anuales de los niveles sonoros de los 9 sitios de la fábrica y se darán a conocer los resultados a los trabajadores.

### **Programa de capacitación al personal**

Capacitar al personal de la fábrica en relación a los riesgos a los que se encuentran expuestos, el nivel de ruido y sus consecuencias, la importancia del EPP, su buen uso, mantenimiento y tiempo de vida, además de la necesidad de utilizarlos para protegerse de los riesgos que han sido identificados en el desempeño de sus funciones.

Durante las capacitaciones, se debe informar a los trabajadores sobre los resultados de sus pruebas audiométricas, consecuencias de la pérdida por audición, precauciones necesarias que se deben tomar frente al ruido y los síntomas que se presentan por exposiciones continuas a altos niveles de ruido, adicionalmente, se capacitará al personal sobre la implementación del plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria y los controles auditivos periódicos que se realizarán siguiendo con el plan de salud establecido.

### **Programa de Mantenimiento Preventivo**

**Mantenimientos comunes:** Limpieza y lubricación de la maquinaria, inspecciones oculares diarias y en todas las máquinas se recomienda hacer un ajuste de las piezas gastadas o desbalanceadas, para así reducir la vibración y el ruido.

Los mantenimientos serán ejecutados con una periodicidad igual o menor a tres meses. El cumplimiento de las rutinas de mantenimiento que se deban realizar en forma semanal, mensual y trimestral se registrará en formas de control. Las novedades detectadas durante el cumplimiento de las rutinas deben ser comunicadas al propietario para tomar medidas correctivas inmediatas.

## 5.1 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA

Este proyecto requiere cuatro costos principales: la inversión para la compra de equipos de protección, los costos de las audiometrías y medición de niveles sonoros de forma anual, así como el costo de la implementación de los paneles acústicos en las paredes de las viviendas, cuya inversión se realizará por única vez.

**Tabla Nro. 14: Inversión en Seguridad & Salud Ocupacional y Barreras Acústicas**

| EPP   | Costo Unitario    | Cantidad | Total              |
|---|-------------------|----------|--------------------|
| Casco 3M Plástico con orejeras adaptadas                        | \$ 35.00          | 7        | \$ 245.00          |
| Gafas protectoras claras  | \$ 10.80          | 7        | \$ 75.60           |
| Guantes de Protección   | \$ 6.50           | 7        | \$ 45.50           |
| Botas de caucho   | \$ 29.00          | 7        | \$ 203.00          |
| <b>Inversión en EPP</b>   |                   |          | <b>\$ 569.10</b>   |
| Audiometrías  | \$ 45.00          | 6        | \$ 270.00          |
| Monitoreo y Análisis de Presión Sonora                          | \$ 70.00          | 9        | \$ 630.00          |
| <b>TOTAL ANUAL</b>  |                   |          | <b>\$ 1,469.10</b> |
| Barrera Acústica  | Costo Unitario m2 | Cantidad | Total              |
| Panel tipo Sandwich de fibra de vidrio y playwood hidrosistente | \$ 31.54          | 105.00   | \$ 3,311.70        |

Fuente: Autor

Como se puede apreciar en la Tabla No. 14, el costo anual para proteger la salud de los trabajadores es **USD 1,469.10**, valor que no es muy significativo para justificarse como no ejecutable, ya que de ello depende mantener la condición auditiva que actualmente tienen los trabajadores, además se considera que la inversión en la implementación de los paneles acústicos tampoco es significativo **USD 3,311.70**, considerando el beneficio que su instalación genera a los propietarios y trabajadores, pues mejorará el ambiente de confort en el interior de las viviendas disminuyendo mayoritariamente la degeneración del sistema auditivo al cual se exponen por causa del ruido excesivo que se percibe actualmente.

## CONCLUSIONES

- La fábrica “Hielo Sur” ubicada en la ciudad de Machala – Ecuador, está categorizada como de mediana producción, el ruido constituye un contaminante de gran importancia; este riesgo laboral se encontró en todas las áreas por encima del nivel de seguridad de 85dBA.
- Los niveles de ruido no se reducen en el horario nocturno, lo que influye considerablemente en la salud auditiva de los tres trabajadores que habitan en la fábrica, siendo éstos los que demuestran un mayor grado de hipoacusia atribuibles al ruido que reciben las 24 horas del día y durante todo el año.
- Cuatro de los seis trabajadores, es decir el 66% presentan problemas auditivos en distintos grados, conforme los resultados del diagnóstico auditivo realizado.
- Más del 50 % de los trabajadores encuestados indicaron que perciben como alto el nivel de ruido emitido por la fábrica, lo que les genera malestar, más aún cuando al preguntarles si podían dormir normalmente en las noches más del 80% indicó no poder hacerlo.
- El 27 % de los moradores encuestados indicaron que perciben como alto el nivel de ruido emitido por la fábrica, lo que les genera malestar, de todos los encuestados solo al 7% le resulta incómodo habitar en las zonas aledañas a la fábrica, el 69% considera que no es necesario tomar medidas respecto al ruido, por ello basado en el resultado de la encuesta, las medidas se encaminaron a reducir el ruido laboral que a su vez reducirá el ruido ambiental.
- Las barreras acústicas que se deben implementar son de tipo personal para los trabajadores durante su jornada laboral y de tipo ingeniería como paneles de aislamiento acústico a ubicarse en las paredes de las viviendas, con lo que se



disminuirá el nivel de presión sonora recibida por trabajadores y propietarios; tanto en sus áreas de trabajo como en sus áreas de descanso.

- Al reducir el ruido en 39.8dBA, garantiza un ambiente confortable en el interior de las viviendas, permite el descanso de trabajadores y propietarios, disminuye los riesgos en la salud que se estén generando por los altos ruidos al cual se sigan exponiendo en el exterior de la vivienda o en cualquier otro ambiente fuera de la fábrica.

## **RECOMENDACIONES**

- Una vez que se instale el panel tipo sándwich en las paredes de las viviendas, se deberá realizar una medición de presión sonora, para comprobar el nivel de ruido laboral que se emite en la fábrica, debido a que el material como aislante acústico absorberá en parte el ruido emitido por las máquinas.
- Es importante que no solo se entreguen los EPP al personal, sino que se los capacite, tanto en el uso correcto de estos equipos, así como, los efectos que causa a la salud la exposición a altos niveles de ruido.
- Que se mantenga un exhaustivo control en el uso de EPP sobre todo en las zonas más ruidosas de la fábrica: ventiladores y motores estacionarios, ya que en caso de no utilizar dicho equipo de protección se deberá prohibir al trabajador estar más allá del tiempo límite de exposición que establece en el Ecuador el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M. G. (INSHT). Ruido: evaluación y acondicionamiento ergonómico. Madrid: Instituto de seguridad e higiene en el trabajo.
- Armas Santiago. “Breve acercamiento a la realidad de los ruidos acústicos y su disposición final en el Distrito Metro”, octubre 2006, Quito- Ecuador.
- Asamblea Nacional “Constitución de la República del Ecuador”, publicada en el R.O. No. 449, octubre 2008, Quito – Ecuador.
- Bell, A. (1969). *El ruido: Riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Cabedo, M. S. (2003). *Hacia un concepto integral de la calidad de vida: La universidad y los mayores*. Universitat Jaume.
- Calvo, M. S. (2001). *Tratado de gestión del medio ambiente urbano*. Mundi-Prensa Libros.
- Coordinadora Puerto de Bilbao. (2011). *Protectores auditivos*. Guayaquil.
- El Telégrafo. (22 de Junio de 2013). Efectos del ruido son incluidos en proyecto de reforma de ley. *El Telégrafo*.
- Eyre, M.P; Arias, M. C. (2010). “Caracterización de la exposición e incidencia en la salud del polvo de sílice y del ruido en puestos de trabajo del sector de la pizarra de la provincia de Lugo”. España.
- Fundación para la prevención de riesgos laborales. (2011). *Programa internacional para la difusión de la cultura preventiva: Manual técnico 2- Evaluación de riesgos en la empresa*. Confederación Granadina de empresarios.
- García, E. M. (2012). Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala : [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07\\_3190.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_3190.pdf)
- García, Luis Fernando Gómez, Riofrío, Jorge Omar Santillán. (2011). *Diseño de un sistema de gestión en control operacional basado en la norma OHSAS 18001:2007 para una empresa constructora en el área de edificación*. Ecuador: Escuela Superior politécnica del Litoral.
- Gayo, Jorge Luis Parrondo et al. (2006). *Acústica ambiental*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- H. Congreso Nacional. (2006). *Ley Orgánica de Salud*. Ecuador: Registro oficial, suplemento 423.

- H. Congreso Nacional. (2006). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medioambiente*. Ecuador.
- Hernández, S. H. (2006). Hipoacusia inducida por ruido: estado actual, Instituto Superior de Medicina Militar “Dr. Luis Díaz Soto, La Habana - Cuba.
- Inche, Chung, Vizarrata. (2010). *Diseño y desarrollo de nuevos materiales textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú: 13(1): 80-84 (2010) UNMSM ISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico).
- Konkolewsky, H.-H. (2005). *Agencia europea para la seguridad y la Salud en el trabajo*. Obtenido de Revista de la Agencia europea para la seguridad y la Salud en el trabajo: <https://osha.europa.eu/es/publications/magazine/8>
- Lau, J. (2007). *Ambiente laboral: estrategias para el trabajo efectivo en bibliotecas*. Alfagrama.
- *Libro IV de la Calidad Ambiental* publicado en el R.O. No. 316, 04 de mayo 2015, Quito – Ecuador.
- *Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones*, anexo 5, 30 de julio 2015, Quito – Ecuador.
- Manuel Recuero López, E. S. (2007). *Contaminación acústica*. Madrid: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Montero, Delfín, De Larrinoa, Pedro Fernández. (2011). *Calidad de vida, inclusión social y procesos de intervención*. Deusto Digital.
- Morales, E. m. (2004). *Contaminación Atmosférica*. España: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Ninet, J. I. (1998). *Curso sobre prevención de riesgos laborales*. Universitat Jaume.
- Organización Mundial de la Salud. (1973). *Actividades de la OMS en 1972*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Partido, A. N. (2010). *Relaciones entre el clima organizacional y la satisfacción laboral*. Madrid: R.B.
- Patiño, B. (2012). *La economía ecuatoriana*. Guayaquil, Ecuador: Pearson.
- Porta, E. M. (2010). *Nuevas pantallas acústicas*. Gandia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Sanin, Luz Helena, Cedillo, Rosa Ma. Guevara. (2011). *El hombre y su medio ambiente laboral*. México: Universidad autónoma de Chihuahua.

- Spinosa, A. J. (2000). *Especiación química y física de metales en la materia particulada atmosférica: aplicación al estudio de contaminación ambiental de la ciudad de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Tarira, R. (2012). *Estudio de la contaminación sonora en una planta productora de electrodos*.
- Tomás G. Perdiguero, A. G. (2005). *La responsabilidad social de las empresas y los nuevos desafíos de la Gestión empresarial*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Universidad Autónoma del Estado Hidalgo. (2011). *Clima laboral*. Universidad Autónoma del Estado Hidalgo.
- Urquieta, L. G. (2013). Efectos de la contaminación auditiva en las ciudades. *Mundo verde*.
- Veira, J. L. (2010). *Impacto social de la contaminación acústica de las infraestructuras lineales en España*. Netbiblo.
- WWW.Cochlear. com, Empresa de Soluciones Auditivas Implantables, Clasificación de la Hipoacusia, Recuperado de <http://www.cochlear.com/wps/wcm/connect/es/home/understand/hearing-and-hl/what-is-hearing-loss/>

# ANEXOS

## **ANEXO Nro. 1: MODELO DE ENCUESTAS**

### **CUESTIONARIO DE PREGUNTAS REALIZADAS EN LA ENCUESTA A TRABAJADORES DE LA FÁBRICA**

1. ¿Qué percepción tiene del nivel de ruido emitido en la fábrica de hielo?  
Alto \_\_\_\_ Medio \_\_\_\_ Bajo \_\_\_\_
2. El ruido al que se expone a diario en su trabajo, ¿le permite dormir bien?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
3. ¿Utiliza equipo de protección acústica en la zona de máquinas?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
4. ¿Su nivel auditivo es igual al que tenía antes de ingresar a laborar a la fábrica?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
5. ¿Cuántos chequeos auditivos se ha realizado en el año?  
Uno \_\_\_\_ Dos \_\_\_\_ Más de Dos \_\_\_\_ Ninguno \_\_\_\_
6. ¿Ha recibido charlas respecto a los problemas auditivos que genera el ruido?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
7. ¿Conoce qué tipo de problemas en la salud genera el ruido excesivo?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

### **CUESTIONARIO DE PREGUNTAS REALIZADAS EN LA ENCUESTA A MORADORES**

1. ¿A cuántos metros de la fábrica usted habita?  
Menos de 20 m \_\_\_\_ De 20 a 50 m \_\_\_\_ De 50 a 100m \_\_\_\_ Más de 100 m \_\_\_\_
2. ¿Con qué grado calificaría al ruido emitido en la fábrica de hielo?

Alto \_\_\_\_

Medio \_\_\_\_

Bajo \_\_\_\_

3. ¿Le ha generado algún problema de salud el ruido de la fábrica?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

4. ¿Le resulta incómodo el habitar a lado de la fábrica?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

5. ¿Cree que la fábrica debería tomar medidas al respecto?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

6. ¿Le es posible descansar en las noches o a cualquier hora del día?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

7. ¿Ha disminuido su capacidad auditiva a causa de los ruidos de la fábrica?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

8. ¿Cada qué tiempo se realiza un chequeo médico?

Una vez al año \_\_\_\_ Dos veces al año \_\_\_\_ Tres veces al año \_\_\_\_ No se ha realizado  
últimamente \_\_\_\_

## ANEXO Nro. 2 MEMORIA FOTOGRÁFICA



Actividad de Triturado de Hielo (Personal sin EPP)



Instalaciones Productiva de la Fábrica



Audiometrías realizadas al personal



### **ANEXO Nro. 3: OFICIO SOLICITANDO AUTORIZACIÓN**

**SEÑORES  
PROPIETARIOS DE LA FÁBRICA HIELO SUR  
CIUDAD.-**

De mi consideración:

Yo, Ing. Maritza Del Rocío Aguirre Ojeda con cédula de identidad N° 1713512729, me encuentro ejecutando el trabajo investigativo “Evaluación de la Afectación Auditiva Producida por los Niveles de Ruido en una Fábrica de Hielo”, por tal motivo me permito solicitarle su autorización para realizar las respectivas evaluaciones de los niveles de ruido que emiten las maquinarias de la fábrica, así como efectuar encuestas al personal y audiometrías a cada uno de ellos, sean estos fijos o eventuales, cuyas pruebas se realizan en el Consultorio del Médico Otorrinolaringólogo, para lo cual se requiere la ausencia del personal del puesto de trabajo, situación que de ser autorizada se la realizará en forma coordinada para no interrumpir las actividades de la misma.

Así también le indico que toda la información que se obtenga en esta investigación será utilizada con absoluta confidencialidad y al finalizar el trabajo les haré conocer los resultados y los beneficios que encuentre de esta investigación.

Machala,.....de.....de 2016

---

Firma del investigador

#### **ANEXO Nro. 4: AUTORIZACIÓN INDIVIDUAL**

Yo....., con cédula de identidad N° .....  
....., autorizo a la Ing. Maritza Aguirre Ojeda para que el Médico Especialista Otorrinolaringólogo me realice una prueba audiométrica, con el propósito de ejecutar el trabajo de investigación “Evaluación de la Afectación Auditiva Producida por los Niveles de Ruido en una Fábrica de Hielo.”

Se me ha informado acerca del propósito de la investigación y los procedimientos que se utilizarán en la misma, que toda la información que se obtenga en esta investigación será utilizada con absoluta confidencialidad y que al finalizar los trabajos se me hará conocer el resultado y los beneficios que encuentre de esta investigación.

Machala,.....de.....de 2016

\_\_\_\_\_

Firma del Participante

\_\_\_\_\_

Firma del investigador





## ANEXO Nro. 5

Figura Nro. 3: Identificación Gráfica de los Niveles de Ruido



Fuente: Google maps

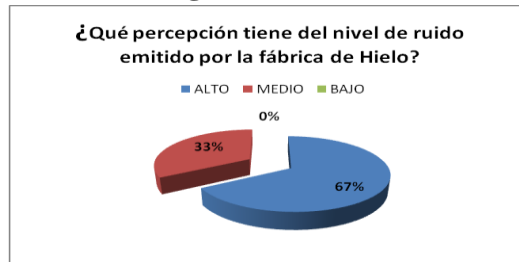
Tabla Nro. 15 Gama de colores según dB

| Rango de dB      | Gama de Color   |
|------------------|---|
| $\geq 90$        |  |
| $< 90 - \geq 80$ |  |
| $< 80 - \geq 70$ |  |
| $< 70 - \geq 60$ |  |

Fuente: Autor

## ANEXO Nro. 6: RESULTADOS ENCUESTAS

### Gráfico No. 2: Pregunta No. 1 – Encuesta a Trabajadores



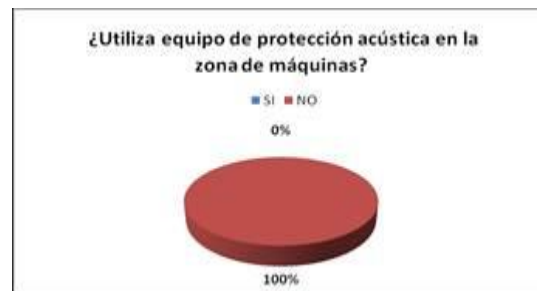
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 3: Pregunta No. 2 – Encuesta a Trabajadores



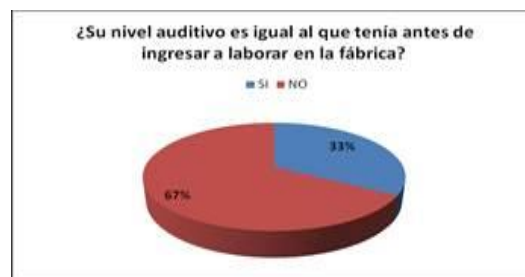
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 4: Pregunta No. 3 – Encuesta a Trabajadores



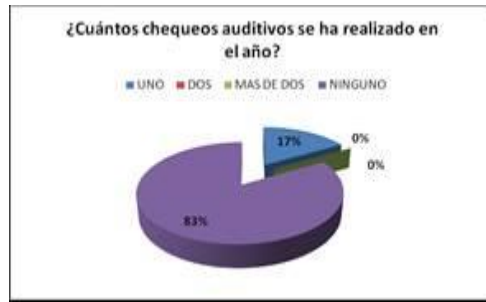
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 5 Pregunta No. 4 – Encuesta a Trabajadores



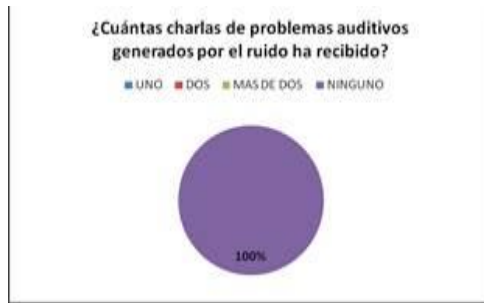
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 6: Pregunta No. 5 – Encuesta a Trabajadores**



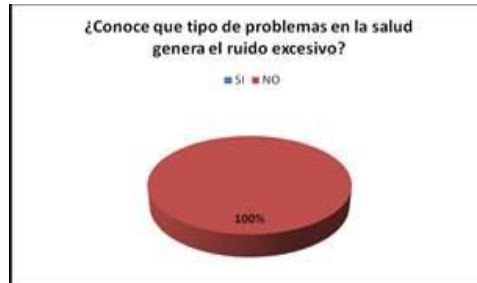
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 7: Pregunta No. 6 – Encuesta a Trabajadores**



Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 8: Pregunta No. 7 – Encuesta a Trabajadores**



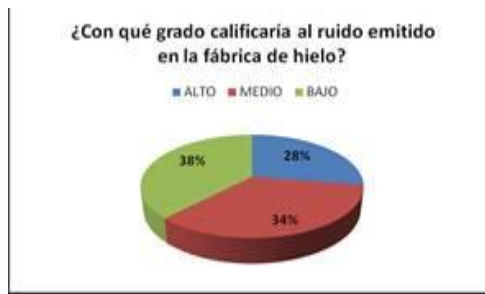
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 9: Pregunta No. 1 – Encuesta a Moradores**



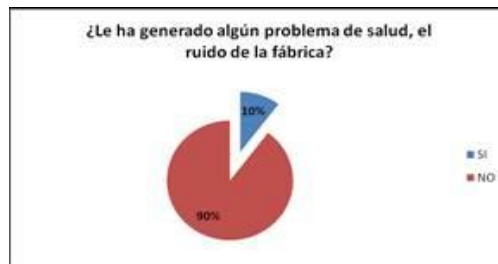
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 10: Pregunta No. 2 – Encuesta a Moradores**



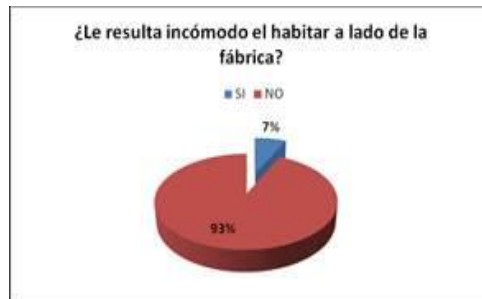
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 11: Pregunta No. 3 – Encuesta a Moradores**



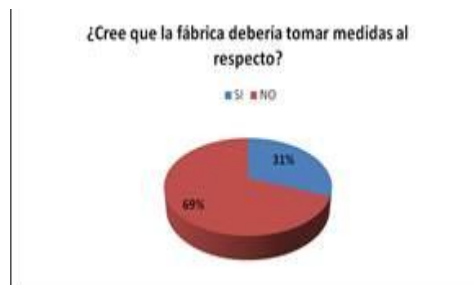
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 12: Pregunta No. 4 – Encuesta a Moradores**



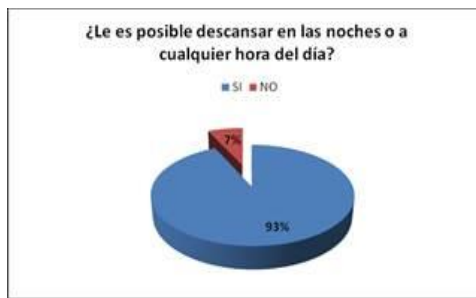
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

**Gráfico No. 13: Pregunta No. 5 – Encuesta a Moradores**



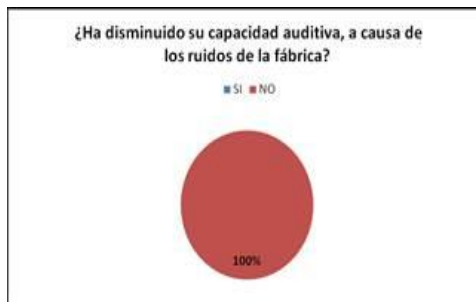
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 14: Pregunta No. 6 – Encuesta a Moradores



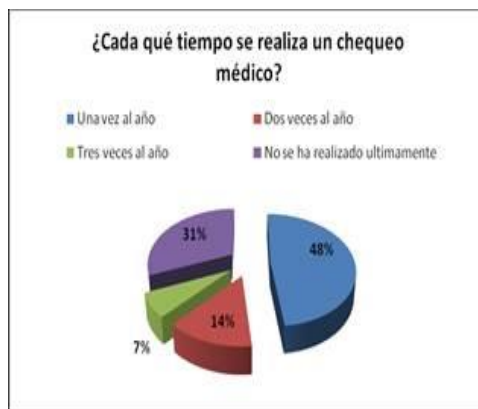
Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 15: Pregunta No. 7 – Encuesta a Moradores



Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

### Gráfico No. 16: Pregunta No. 8 – Encuesta a Moradores



Fuente: Encuestas – Elaboración: Autor

## ANEXO Nro. 7: TABLAS DE MATERIALES CON SU CAPACIDAD DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

### Pérdida de transmisión de diversos materiales en función de la frecuencia y clase de transmisión sonora

| Material o estructura   | STC | PT a la frecuencia |     |     |      |      |      |
|---|-----|--------------------|-----|-----|------|------|------|
|   |     | 125                | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Hormigón (90 mm)  | 37  | 30                 | 30  | 37  | 35   | 38   | 41   |
| Hormigón (140 mm)   | 45  | 30                 | 34  | 41  | 48   | 56   | 55   |
| Hormigón (190 mm)   | 53  | 37                 | 46  | 46  | 54   | 59   | 60   |
| Hormigón (290 mm)   | 50  | 33                 | 41  | 45  | 51   | 57   | 61   |
| Hormigón (90 mm) + aire (25 mm) + fibra de vidrio (65 mm) + hormigón (90 mm) + placa de yeso (16 mm)  | 62  | 49                 | 54  | 57  | 66   | 71   | 81   |
| Placa de yeso (Durlack) (12 mm)   | 28  | 15                 | 20  | 25  | 29   | 32   | 27   |
| Placa de yeso (Durlack) (2x12 mm)   | 31  | 19                 | 26  | 30  | 32   | 29   | 37   |
| Placa de yeso (12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)  | 33  | 12                 | 23  | 32  | 41   | 44   | 39   |
| Placa de yeso (2x12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)  | 37  | 16                 | 26  | 36  | 42   | 45   | 48   |
| Placa de yeso (2x12 mm) + aire (70 mm) + placa de yeso (2x12 mm)  | 45  | 23                 | 30  | 45  | 49   | 52   | 52   |
| Placa de yeso (12 mm) + aire (20 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (12 mm)  | 45  | 21                 | 35  | 48  | 55   | 56   | 43   |
| Placa de yeso (2x12 mm) + aire (40 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (2x12 mm)  | 55  | 34                 | 47  | 56  | 61   | 59   | 57   |
| Vidrio (6 mm)   | 31  | 25                 | 28  | 31  | 34   | 30   | 37   |
| Vidrio laminado (6 mm)  | 35  | 26                 | 29  | 32  | 35   | 35   | 43   |
| Vidrio (3mm) + aire (50 mm) + vidrio (3 mm)   | 38  | 18                 | 26  | 38  | 43   | 48   | 35   |
| Vidrio (3mm) + aire (100 mm) + vidrio (6 mm)  | 45  | 29                 | 35  | 44  | 46   | 47   | 50   |
| Puerta madera maciza (24 kg/m <sup>2</sup> ) sin burlete  | 22  | 19                 | 22  | 26  | 24   | 23   | 20   |
| Puerta madera maciza con burlete  | 26  | 22                 | 25  | 29  | 25   | 26   | 28   |
| Puerta de madera maciza (24 kg/m <sup>2</sup> ) + aire (230 mm) + Puerta acero chapa # 18 hueca (26 kg/m <sup>2</sup> ) + burlete magnético en el marco | 49  | 35                 | 44  | 48  | 44   | 54   | 62   |

Fuente: [www.eumus.edu.uy/eme/cursos/acustica/apuntes/cap04.pdf](http://www.eumus.edu.uy/eme/cursos/acustica/apuntes/cap04.pdf)

### Características acústicas de algunos materiales

| Materiales             | Densidad<br>kg/m <sup>3</sup> | Frecuencia<br>Crítica, Hz<br>(*) | Disminución del<br>aislamiento a la<br>frecuencia crítica, dB |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|
| Agua                   | 1000                          |                                  |   |
| Aire                   | 1.3                           |                                  |   |
| Acero                  | 7800                          | 1200                             | 10  |
| Aglomerado             | 780                           |                                  |   |
| Aluminio               | 2700                          | 1300                             | 10  |
| Caucho                 | 1100                          | 85000                            | 6   |
| Cobre                  | 8900                          |                                  |   |
| Corcho                 | 250                           | 18000                            | 6   |
| Contrachapado          | 500                           | 2200                             |   |
| Hormigón               | 2300                          | 1800                             | 10  |
| Ladrillo macizo        | 2000                          | 4000                             | 10  |
| Latón                  | 8400                          |                                  |   |
| Madera                 | 600                           | 8000                             | 8   |
| Plexiglás              | 1150                          |                                  |   |
| Plomo                  | 11000                         | 8000                             | 6   |
| Policloruro de vinilo  | 1400                          | 40000                            |   |
| Poliestireno expandido | 14                            | 14000                            | 8   |
| Vidrio                 | 2500                          | 1200                             | 10  |
| Yeso                   | 1200                          | 4000                             | 8   |

(\*) = 1 cm de espesor

Fuente: Curso de Prevención y Control de Ruido, Ing. Eduardo Orcés P., Machala 2011



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis Ing. Maritza Aguirre Ojeda Urkund.docx (D21668916)  
**Submitted:** 2016-09-09 01:13:00  
**Submitted By:** maragu\_3@hotmail.com  
**Significance:** 4 %

### Sources included in the report:

Gonzales Tiban Franklin Vinicio.docx (D19594325)  
TESIS DIEGO RODRIGO DURÁN VILLALBA.docx (D14920965)  
DOCUMENTO 7, ale.pdf (D14933128)  
Tesis Ing Victor Medina urkund.docx (D21668893)  
TESIS arq ugarte UNIVERSIDAD.docx (D15663291)  
URKUND TESIS HH.docx (D14814005)  
Marco Teorico.docx (D10806918)  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/49/LIBRO%20VI%20Anexo%205%20Ruido.doc>

### Instances where selected sources appear:

12



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO MAESTRÍA EN IMPACTOS AMBIENTALES "TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL" PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN IMPACTOS AMBIENTALES "EVALUACIÓN

DE LA AFECTACIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR LOS NIVELES DE RUIDO EN UNA FÁBRICA DE HIELO" AUTOR: MARITZA DEL ROCÍO AGUIRRE OJEDA

TUTOR: Dra. ALEXANDRA MARÍA QUESADA DELGADO Mg. GUAYAQUIL – ECUADOR  
AGOSTO 2016

**INTRODUCCIÓN** Es importante mencionar que el ruido se genera a partir de un sonido que llega a ser molesto para una persona, el cual es considerado como un contaminante ambiental por ser un factor que molesta a una gran mayoría de la población que se encuentra aledaña a la fuente donde se genera el ruido (Morales, 2004), es por esto que existen, a nivel mundial, leyes acerca de la contaminación por ruido para controlarlo, de tal modo que no afecte a la población. Debido a que la ciudad de Machala no tiene delimitada la zona industrial, fábricas como "Hielo Sur" se instalaron en zonas rurales y al crecer la ciudad quedó incluida dentro de un área urbana, situación que hace imprescindible la evaluación del ruido, puesto que para la fabricación de hielo en marquetas se utilizan motores estacionarios, los mismos que permanecen en funcionamiento las veinticuatro horas del día durante todo el año y el ruido que en conjunto las maquinarias generan es excesivo más allá de lo tolerable, por ello se debe conocer los efectos que el ruido causa en sus trabajadores y en la población aledaña, más aún porque varios trabajadores habitan en la fábrica. 1.

**DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA** El presente estudio se limitará a la fábrica de hielo "Hielo Sur", y la zona de influencia es de 100 m<sup>2</sup>, por un lapso de dos meses, tiempo en el cual se evaluará tanto los niveles de ruido ambiental y laboral emitidos por la maquinaria de la fábrica, así como la percepción que tienen del ruido el personal que labora en las instalaciones y los habitantes del sector, además se realizarán audiometrías a los trabajadores para conocer el nivel de pérdida auditiva causado por su exposición al ruido. **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** ¿Qué grado de afectación auditiva tienen los trabajadores de la fábrica de hielo por su exposición a excesivo ruido dentro de su ambiente laboral?; y; ¿Qué grado de malestar tienen los moradores del sector por el ruido ambiental producido por la fábrica? 1. **JUSTIFICACIÓN** El ruido es una de las causas más comunes de la pérdida de audición, esta se ha vuelto una enfermedad habitual generada en los lugares de trabajo; sobre todo, si esta exposición es prolongada y frecuente. Dependiendo de la duración y frecuencia con la que se expongan al ruido los resultados serán diferentes, así: • Una exposición temporal a un ruido fuerte llega a provocar la pérdida de audición por poco tiempo, puede ser pocos segundos o unos días. • Si la exposición al ruido fuerte es prolongado y muy frecuente, la pérdida de audición llegará a ser permanente. Esta discapacidad se va produciendo lentamente y; por lo general, las personas que lo padecen no logran reconocer a tiempo la pérdida auditiva que están experimentando hasta que ya es irremediable. Por lo que se vuelve necesario que exista un control del ruido, el mismo que puede ser reducido o eliminado por medio de procedimientos fáciles, el costo que esto conlleva no es tan representativo para la empresa (Konkolewsky, 2005). Por ello la necesidad de la presente investigación, para lograr determinar cuál es el nivel de afectación auditiva al que han llegado los trabajadores de la fábrica "Hielo Sur" por su exposición al ruido y las medidas que se deben implementar dentro de las instalaciones productivas de la fábrica para reducirlo. **OBJETO DEL ESTUDIO** Como se ha mencionado previamente, el ruido se encuentra ligado al desarrollo económico de las ciudades, provincias y países; es decir, que mientras más grande y desarrollada se encuentre una ciudad, los niveles de ruido se incrementan. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), exponerse a ruidos de 60dB o más se considera peligroso para salud humana; de 85dB - 90dB se considera fuerte y desde los 130 dB en adelante es doloroso. Como se mencionó anteriormente, para determinar si un ruido es contaminante o no depende de varios factores, la repetición del ruido, la frecuencia con la que se genera, la sensibilidad del receptor. Cuando existe concentración de ruido en una zona determinada, las personas que viven en ese sector pueden tener daños en su salud, como la sordera, alteración de su sistema nervioso y estrés, por lo que es de suma importancia que la legislación establecida por el Gobierno sea cumplida y no afecte a la salud de la comunidad. Según