

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACION

TEMA:

“ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RUIDO EN LAS EMPRESAS: IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DE CENTRO AMÉRICA (IMACASA), OMNI MUSIC SCHOOL (OMS), Y SALA DE VENTAS OMNI MUSIC (OM) DE LA CIUDAD DE SANTA ANA, EN CONTRIBUCIÓN A LA SALUD AUDITIVA DEL TRABAJADOR”

PRESENTADO POR:

ORTIZ PINEDA WILLIAM ISAIAS

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

DOCENTE DIRECTOR:

ING. MARTA RAQUEL QUEVEDO

ABRIL, 2010

SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. Y MSC. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

VICE-RECTOR ACADEMICO

ARQ. Y MASTER MIGUEL ANGEL PÉREZ RAMOS

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

LICDO. Y MASTER OSCAR NOÉ NAVARRETE

SECRETARIO GENERAL

LICDO. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FISCAL GENERAL

DR. RENÉ MACADEL PERLA JIMÉNEZ

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO

LICDO. JORGE MAURICIO RIVERA

VICE-DECANO

LICDO. Y MASTER ELADIO EFRAÍN ZACARÍAS ORTEZ

SECRETARIO DE FACULTAD

LICDO. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

SANTA ANA, ABRIL DE 2010
TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR
ING. MARTA RAQUEL QUEVEDO

JEFE DEL DEPARTAMENTO
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis de graduación, si bien ha requerido esfuerzo y dedicación de parte de su autor y docente director, no hubiese sido posible sin el aporte desinteresado de las siguientes personas que nombraré a continuación.

A Dios nuestro hacedor, el padre de las luces, cuya sabiduría sobrepasa todo entendimiento. A quien ninguno de los hombres ha visto. El que me capacita para emprender mi camino en esta vida con honor y excelencia. Al cual es, la honra, la alabanza, el imperio y el poder por los siglos de los siglos.

A mi Familia, Amílcar (padre), Noemí (madre), y Walter (hermano). Por su ánimo, apoyo y consejos. Que a pesar de las circunstancias externas que afectaron la pronta realización de esta tesis, me apoyaron para que pudiera finalizar con éxito lo que había comenzado.

A mi asesor de tesis, Ing. Marta Raquel Quevedo, por sus consejos y sugerencias. Por su comprensión, cooperación y apoyo incondicional, en los momentos difíciles.

A las Empresas involucradas: IMACASA, OMNI MUSIC (Santa Ana) y OMNI MUSIC SCHOOL. Por su buena disposición, en permitirme realizar las mediciones necesarias para esta investigación, en sus establecimientos, salones, talleres y naves de producción.

En general a todos los que vivieron de alguna forma la realización de esta tesis. Por estar pendientes de su proceso y finalización. Por su muestra de cariño y amistad.

William I Ortiz

INDICE

INDICE	i
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	5
ANTECEDENTES	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN	11
CAPITULO PRIMERO: MARCO TEORICO CONCEPTUAL	
1.1 EL SONIDO	
Introducción	14
Propiedades físicas del sonido	15
La naturaleza del sonido	15
El sonido y su propagación	15
1.2 LA ACUSTICA	
Principios básicos sobre acústica	17
Medición del nivel sonoro	17
Diseño del lugar de trabajo	21
Insonorización industrial	21
Las trayectorias del ruido en un lugar de trabajo	24
Uso de la absorción	25
Pantallas y barreras	27
Distancia entre la fuente del ruido y la gente	28

1.3 EL RUIDO	
Tipos de ruido	29
Medidas de control del ruido	30
Sobre la fuente	30
Sobre el ambiente	30
Sobre controles administrativos	31
Sobre el hombre	31
Efecto enmascarador	31
Cansancio auditivo	32
Hipoacusia	33
Efectos extra auditivos	35
Sobre el rendimiento en el trabajo	35
Sobre la comunicación humana	35
Interferencia con las actividades mentales y psicomotoras	36
Alteraciones en otros órganos	36

1.4 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA OBJETIVA Y SUBJETIVA

Respuesta subjetiva: Molestia	38
Definición de molestia	39
Música funcional	40

CAPÍTULO II: DIAGNOSTICO PRELIMINAR SOBRE CONTAMNACION ACUSTICA EN LAS EMPRESAS EN ESTUDIO

2.1 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	43
2.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO	45
2.3 EMPRESA INDUSTRIAL: IMACASA	48
2.3.1 Generalidades de la Empresa	48

2.3.2 Actividad de la Empresa	48
2.3.2.1 Punto de muestreo 1: Bodega de producto terminado	49
2.3.2.2 Punto de muestreo 2: Hornos de Revenido	50
2.3.2.3 Punto de muestreo 3: Forja de machetes 1	50
2.3.2.4 Punto de muestreo 4: Forja de machetes 2	50
2.3.2.5 Punto de muestreo 5: Tratamiento térmico	50
2.3.2.6 Punto de muestreo 6: Pulido de machetes	50
2.3.2.7 Punto de muestreo 7: Afilado de machetes	51
2.3.2.8 Punto de muestreo 8: Lacado	51
2.3.2.9 Punto de muestreo 9: Empaque 1	51
2.3.2.10 Punto de muestreo 10: Mantenimiento de máquinas	51
2.3.2.11 Punto de muestreo 11: Pulido de herramientas	52
2.3.2.12 Punto de muestreo 12: Recepción	52
2.3.2.13 Punto de muestreo 13: Empaque 2	52
2.3.3 Diagnostico Actual de la Empresa	53
2.3.4 Resultado final de la obtención de datos en la empresa IMACASA	72
Mapa de niveles de ruido en cada punto de muestreo	
Mapa de ruido de la empresa IMACASA	73
2.3.5 Resumen del Diagnostico	76
2.4 EMPRESA COMERCIAL: OMNI MUSIC	
2.4.1 Generalidades de la Empresa	78
2.4.2 Diagnostico actual de la Empresa	79
Mediciones en la sala de ventas	80
Mediciones JBL JRX 100	82
Mediciones 200W-8ohm	85
2.4.3 Diagnostico final Omni Music	87
Mapa de ruido de la sala de ventas	89
2.5 EMPRESA DE SERVICIOS OMNI MUSIC SCHOOL	

2.5.1 Generalidades de la Empresa	90
2.5.2 Actividad de la Empresa	90
Salón de batería acústica	92
Salón de piano	92
Salón de Guitarra	92
2.5.3 Diagnostico Actual de la Empresa	
Ubicación de los puntos de muestreo	94
2.5.4 Resultado final de las mediciones	97
Mapa de niveles de ruido en Omni Music School	98
Mapa de ruido de la empresa Omni Music School	99

CAPITULO III: PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA LAS EMPRESAS EN ESTUDIO

3.1 EMPRESA INDUSTRIAL: IMACASA

3.1.1 Propuestas de solución para punto de muestreo 1	101
3.1.2 Propuestas de solución para punto de muestreo 2	102
3.1.3 Propuestas de solución para punto de muestreo 3	107
3.1.4 Propuestas de solución para punto de muestreo 4	110
3.1.5 Propuestas de solución para punto de muestreo 5	110
3.1.6 Propuestas de solución para punto de muestreo 6	111
3.1.7 Propuestas de solución para punto de muestreo 7	113
3.1.8 Propuestas de solución para punto de muestreo 8	115
3.1.9 Propuestas de solución para punto de muestreo 9	116
3.1.10 Propuestas de solución para punto de muestreo 10	116
3.1.11 Propuestas de solución para punto de muestreo 11	117
3.1.12 Propuestas de solución para punto de muestreo 12	117

3.2 EMPRESA COMERCIAL: OMNI MUSIC

3.2.1 Sobre la Fuente	118
-----------------------	-----

3.2.2 Sobre el Ambiente	118
3.2.3 Controles Administrativos	120
3.2.4 Sobre el Hombre	120
3.3 EMPRESA DE SERVICIOS: OMNI MUSIC SCHOOL	
3.3.1 Salón de batería acústica	120
3.3.1.1 Sobre la fuente	121
3.3.1.2 Sobre el ambiente	124
3.3.1.3 Controles administrativos	124
3.3.1.4 Sobre el hombre	125
3.3.2 Lugar de trabajo de Encargada de la Escuela	125
3.3.2.1 Sobre la fuente	125
3.3.2.2 Sobre el ambiente	126
3.3.2.3 Sobre controles administrativos	127
3.3.2.4 Sobre el hombre	127
3.3.3 Salón de piano	127
3.3.3.1 Sobre la fuente	127
3.3.3.2 Sobre el ambiente	129
3.3.3.3 Sobre controles administrativos	130
3.3.3.4 Sobre el Hombre	130
3.3.4 Salón de Guitarra	
CAPITULO IV: EJECUCIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCION PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS	
4.1 EJECUCION DE PROPUESTAS EN EL SALÓN DE BATERÍA	132
4.2 MEDICIONES DESPUES DE REALIZADAS LAS PROPUESTAS	134
4.3PRESUPUESTO PARA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA 1	140
CONCLUSIONES	136

RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXOS	151
ANEXO 1: CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONOMETRO UTILIZADO EN LAS MEDICIONES	158
ANEXO2: CARACTRISTICAS DEL SONOMETRO	159
ANEXO3: COTIZACION PARA LA PROPUESTA DE SUSTITUCION DE LA BATERIA ACUSTICA POR LA ELECTRICA	161
ANEXO 4: MARCO LEGAL DE LA CONTAMINACION ACUSTICA EN EL SALVADOR Y SANTA ANA	162
ANEXO 5: PUBLICACION DE LA REVISTA METALMECANICA SOBRE LA OPERACIÓN EN UN TALLER DE AFILADO	170

INTRODUCCIÓN

El hombre en su constante búsqueda del conocimiento tácito, ha utilizado todo su ingenio, para pasar lo teórico – lo hipotético muchas veces – a la práctica. Algunas veces con éxito, otras no. Esto, a lo largo de la historia humana; lo ha hecho evolucionar científica y tecnológicamente, a tal grado que hoy en día se puede tener el contenido de información de una biblioteca entera en el bolsillo (en un dispositivo de almacenamiento). Pero, ¿Hace esto ser al hombre más inteligente? o ¿más ingenioso? ¿Puede alguien tener a su disposición mucho conocimiento y no poder ponerlo en práctica? ¿Por qué razón o circunstancia? ¿Tiempo? ¿Dinero? ¿Recursos? ¿Intelecto? ¿Ignorancia? En esta era del conocimiento ya no es valioso tener más recursos. Sino el saber aprovecharlos al máximo, todo esto apunta a la productividad que debe existir en cada etapa de nuestra –corta– vida laboral.

Es necesario asimismo, conocer los factores ambientales que muchas veces impide desarrollar los proyectos y labores que el hombre emprende. Y no solo tener conocimiento de la existencia de estos factores, sino también; conocer su origen, su impacto en el ser humano y el efecto que causan en la productividad laboral. Asimismo es importante conocer, el camino a seguir en el caso que estos (los factores ambientales) ocurran. Y de esta forma estar advertidos y consientes, que son de mucha importancia. Y no únicamente información, sino la aplicación efectiva y práctica del ingenio.

Uno de estos factores que afectan directamente la productividad laboral, es el ruido. (Agente físico). Ya sea de forma objetiva (cuando hay un nivel excesivo de decibeles) o subjetiva (cuando el nivel de decibeles A es mínimo pero molesto para la persona afectada). Es por esta razón que el Ingeniero industrial, debe prestar suma atención a lo que la “contaminación acústica” ocasiona a la vida laboral y su efecto en la productividad.

El presente proyecto de Tesis se denomina: “Elaboración de mapas de ruido y propuestas de solución para la reducción del ruido en las Empresas: Implementos Agrícolas de Centro América (IMACASA), Omni Music School (OMS), y Sala de ventas Omni Music (OM) de la ciudad de Santa Ana, en contribución a la salud auditiva del trabajador”

En El Salvador los sectores de la industria, comercio, y servicios, son los sectores que poseen mayor relevancia en cuanto a las actividades económicas que se realizan en el país. Con excepción de las actividades primarias.¹

El estudio que se realizó, abarcó a los tres sectores económicos antes mencionados, incluyendo las siguientes empresas radicadas en la ciudad de Santa Ana:

- **IMACASA** (Implementos agrícolas Centroamericanos) es una empresa industrial dedicada a la producción de implementos agrícolas. Con su excelente calidad en todos los productos y su política comercial enfocada al servicio al cliente ha gozado de gran aceptación y alta demanda en los mercados internacionales.
- **OM** (Omni Music) es una Empresa comercial que está dedicada a la venta de aparatos y accesorios musicales, representantes y distribuidores exclusivos de las marcas más famosas a nivel mundial (Roland - Fender - Yamaha - Ovation - Tascam - ErnieBall - Marshall SP Sound Power - MAudio - Boss - Jackson - EV - Pearl - Bosch Audio Technica.)

¹ MINISTERIO DE ECONOMIA ,DIGESTYC, Extraído de Resumen ejecutivo del VII Censos Económicos 2005, Pág.8 y Pág. 18

- **OMS** (Omni Music School) es una empresa educativa y cultural que ofrece sus servicios de enseñanza musical destinada a formar músicos de alto nivel.

En cada Empresa, se realizó un diagnóstico de la situación actual, y mediante los datos obtenidos, se elaboró un mapa de ruido para detectar visualmente los puntos de muestreo que necesitan intervención inmediata. Luego en base a dicha información, se presentaron propuestas de solución para reducir el nivel de presión sonora en los puntos de mayor interés.

Las variables del estudio en cuestión, fueron principalmente los diferentes niveles de presión sonora en cada punto de muestreo. Escogidos previamente para el análisis, según la actividad realizada, y asimismo la maquinaria empleada en cada labor.

La Tesis tiene cuatro capítulos. En los cuales se presenta la siguiente información:

En el Capítulo I, denominado Marco Teórico, se define una serie de conceptos que servirán de apoyo para lograr una mejor comprensión de las diferentes etapas del presente estudio como: propiedades físicas del sonido, su propagación, su estudio (Acústica), el ruido y el daño que ocasiona en la salud.

En el Capítulo II denominado “Diagnostico preliminar Sobre Contaminación Acústica en las empresas en estudio” se explica de forma breve el quehacer de cada empresa, asimismo el diagnostico actual y el mapa de ruido. Donde se visualiza más claramente como se encontró la empresa en el momento del estudio. (Con respecto al ruido)

En el Capítulo III se presentan las propuestas de Solución, establecidas en base a la información obtenida en el diagnostico. Y de acuerdo a los lineamientos estudiados previamente en el marco teórico (Capitulo I).

En el Capítulo IV se detalla la ejecución de las propuestas de solución para la empresa Omni Music School. Asimismo se presentan las conclusiones y recomendaciones generales y personales, con respecto al estudio realizado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Elaborar un mapa de ruido y propuestas de solución para la reducción del ruido en las Empresas: Implementos Agrícolas de Centro América (IMACASA), Omni Music School (OMS), y Sala de ventas Omni Music (OM) de la ciudad de Santa Ana, en contribución a la salud auditiva del trabajador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar mediciones de la presión sonora, en los diferentes recintos de las empresas en estudio, previo análisis e identificación de los puntos de muestreo.
- ✓ Tabular y graficar las mediciones realizadas en los diferentes puntos de muestreo de cada empresa en estudio, determinando el promedio, el valor máximo y el porcentaje excedente respecto al nivel permisible.
- ✓ Comparar las mediciones realizadas en comparación con los niveles máximos permitidos por el Ministerio de Trabajo y La Organización Mundial de la Salud.

- ✓ Hacer un mapa de ruido para los puntos de muestreo en estudio en donde se observen los puntos de muestreo con mayor presión sonora, asimismo hacer un mapa de ruido únicamente con los niveles promedios obtenidos en las mediciones.

- ✓ Realizar el diagnostico actual para cada empresa en estudio de acuerdo a la investigación de campo realizada.

- ✓ Plantear las propuestas de solución para la reducción del ruido de acuerdo al diagnostico actual.

ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACION ACUSTICA EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

La contaminación acústica en El Salvador, es un tema que aun esta en sus primeros pasos. Desde los gobiernos principales hasta la población en general, poco es el conocimiento sobre lo que la contaminación acústica representa para los salvadoreños.

Santa Ana, es actualmente una de las principales ciudades de El Salvador. Se fundó² un 8 de febrero de 1855. Y desde entonces –153 años ya– ninguna ordenanza, decreto o ley se ha escrito para esta ciudad, que regule – responsablemente– los niveles de ruido dentro de la ciudad y en los lugares de trabajo. Salvo la Ordenanza³ Contravencional que dicta en uno de sus artículos:

(Art. 19) “El que provocare o permitiere emisión de sonidos cuyo volumen fuere mayor al permitido por las Leyes de la República u operare en un lugar no permitido por las Leyes y las respectivas Ordenanzas será sancionado con multa de quinientos a un mil colones”.

Esta única ordenanza no tiene mucha validez, ya que el único dato medible en que se amparan es el del Ministerio de Trabajo, (80 dbA) lo cual no es para la ciudad sino para lugares de trabajo, –es decir, no para el medio ambiente– Santa Ana está entonces vulnerable a los ruidos, cada persona hace lo que bien le parece, y las empresas también tienden a tener una actitud similar hacia la contaminación acústica.

A pesar que San Salvador tiene una ordenanza que fue puesta en vigencia el 28 de Junio del 2002 (muy reciente por cierto) aún vemos hoy en día serios problemas de parte del Cuerpo de Agentes metropolitanos para poner en práctica dicha ley, debido

² Dato obtenido de la página de internet <http://www.elsalvador.travel>

³ Ordenanza Contravencional Del Municipio De Santa Ana

a la falta de adiestramiento y conocimiento puntual de parte de los agentes que realizan esta labor.

El ministerio de trabajo solamente se ampara en su reglamento general sobre seguridad e higiene en los centros de trabajo, que únicamente tiene dos artículos que competen al ruido. Esto hace reflexionar seriamente sobre la necesidad de un estudio sobre contaminación acústica, comenzando por concientizar a las personas sobre su efecto y sus posibles daños.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sonido es uno de los factores ambientales de más importancia en la vida cotidiana y laboral. Al menos que se esté sordo, el sonido envuelve cada instante de la vida; en la casa, en un centro de estudios, en el autobús, en una oficina, en un parque de diversiones, en el estadio, etc. Desde el sonido de las teclas de una máquina de escribir, no muy cerca de un trabajador, hasta el sonido intenso de una máquina industrial muy cerca del lugar de trabajo de este. Cada sonido afecta directa o indirectamente su vida laboral. Sin embargo, ¿Se está consciente del efecto que el sonido ocasiona en la vida laboral? ¿Se respeta el espacio acústico de las personas? ¿Es medible este espacio acústico? ¿Cuál es su dimensión? ¿Es en decibeles? ¿Existen leyes que regulan esto? ¿Está enterado el trabajador sobre la contaminación acústica y su efecto? ¿Puede esta información salvar una vida? ¿Puede evitar una enfermedad profesional? Todas estas interrogantes y aun más, surgen cuando existe la disposición de investigar sobre la contaminación acústica. Muchas veces encontrando únicamente información sobre sus niveles de sonoridad y el daño en el tejido auditivo, pero no el efecto que esta contaminación causa en la vida productiva de un trabajador (no importando su nivel jerárquico) y cuáles son los medios para prevenirla, reducirla y –por qué no decirlo– combatirla.

La falta de conocimiento funcional sobre el tema, (en las empresas y sus dirigentes) puede muchas veces hacer, que se tomen decisiones erróneas que lleguen a costar la vida de un trabajador. ¿Se pudo evitar? ¿Estaba el individuo afectado completamente enterado de esto? ¿Fue negligencia? o ¿hizo falta información funcional?

Hacer un mapa de ruido es el principio fundamental (el diagnóstico actual) para que una empresa pueda hacer conciencia del daño que el ruido –que produce su actividad– pueda hacer en sus trabajadores y en la productividad de estos. Para

poder hacer el mapa de ruido se necesita medir la intensidad del sonido en los lugares de interés. Luego del diagnóstico están las medidas de control sobre la fuente, sobre el ambiente, sobre los controles administrativos y sobre el hombre. Lo cual indicará que se debe hacer sugerencias y propuestas de solución en este orden, para reducir al máximo la contaminación acústica.

Ahora bien, cuando se habla de ruido en el lugar de trabajo, la mayor parte de investigadores, entidades reguladoras del ruido, gerentes, etc. centran su esfuerzo en las fábricas industriales, porque allí se piensa que existe el mayor nivel sonoro. Pero, ¿están exentas las empresas dedicadas a servicios? ¿Y las empresas dedicadas al comercio? ¿Puede haber más ruido en una empresa de servicio que en una industrial? Es necesario pues, incluir estas tres áreas económicas más importantes en la investigación.

JUSTIFICACIÓN

Cuando se estudia la Ingeniería Industrial como una carrera que una Universidad –no importa cual– ofrece, por lo general se piensa en grandes maquinarias industriales y en la supervisión de líneas de producción. Al igual que ocurre en la carrera Doctorado en medicina; el estudiante jamás imagina que él, tendrá que saber sobre las grandes maquinas industriales que el ingeniero Industrial conoce. Es decir, erróneamente se piensa que las carreras no se relacionan entre sí (hablando de Ingeniería Industrial y Doctorado en Medicina específicamente). Lo mismo ocurre en las empresas, sin importar la actividad que estas realicen. Muchos Gerentes, propietarios, Jefes, supervisores, empleados etc. Regularmente piensan, que la contaminación acústica le compete al comité de Higiene y Seguridad Ocupacional, o al Ministerio de Trabajo, y por esta razón no se le da la debida atención e importancia.

La contaminación acústica (CA) es un tema muy amplio en el cual se ven involucradas la gran mayoría de profesiones involucradas en el quehacer de una empresa. Es por esto necesario y oportuno, que las empresas sepan la información, no solamente física y teórica sobre la contaminación acústica, sino también relacionarla con su efecto en la salud, su prevención y su efecto en la productividad laboral. Todo esto convierte a este proyecto en algo digno de atención, debido a su importancia en el desempeño laboral de una empresa.

Ahora bien, toda empresa –sin importar su actividad– está relacionada directamente con el sonido, algunas con más intensidad, otras apenas audible, pero todas –sin excepción– tienen en sus labores involucramiento directo con el sonido, y muchas veces con el ruido. Entonces, ¿Es la contaminación acústica únicamente ruido de maquinarias industriales, aparatos electrónicos, bocinas y tambores? o en otras palabras más adecuadas a la investigación, ¿Alto número de decibeles? La

respuesta es NO, porque la contaminación acústica es todo sonido que cause algún tipo de daño (auditivo o psicológico) en el individuo involucrado, aunque este tenga un bajo nivel de presión sonora. Por este motivo se realizará el estudio en las tres empresas antes mencionadas, pertenecientes a los tres sectores más prominentes de la Economía Salvadoreña, para concluir en base al análisis actual (mapa de ruido) que empresa estuvo con mayor grado de contaminación acústica y cuál es su razón o causa. Y asimismo brindar propuestas de solución para disminuir el nivel de presión sonora.

CAPITULO PRIMERO

1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1 EL SONIDO

Introducción

Desde los orígenes del hombre la comunicación ha sido una necesidad básica para poder subsistir en este mundo lleno de oportunidades y amenazas. El sonido es pues la esencia de la comunicación, un silbido, un grito, el imitar a los animales, las hojas movidas por el viento, las frutas al caer, las ramas de los árboles al quebrarse, el choque de dos piedras, etc. Todos estos sonidos comunican al medio que los rodean su existencia, su poder, su fragilidad, su entorno, su sutileza.

Pero el hombre en su intento por perfeccionar la comunicación, desarrolló —a través de su razonamiento lógico— un lenguaje con símbolos, ademanes, y fonación. Un lenguaje capaz de transmitir sentimientos y emociones. La música fue —paralelamente al lenguaje— una parte fundamental en la formación del carácter y refinar del hombre.

Hoy en día la tecnología y el aumento significativo de la ciencia han hecho que el hombre produzca sonidos más potentes, algunas veces capaces de quebrar un vidrio, (frecuencia) otras veces capaces de destruir por completo el tejido auditivo. (Potencia sonora) ¿Quiere decir que la tecnología y el aumento de la ciencia hacen al hombre más vulnerable? Todo esto depende de su uso, así como puede diseñar una bomba atómica, también puede diseñar un aparato auditivo para el trasplante de cóclea. Es decir, cuando el hombre está consciente del buen uso de la tecnología moderna, —y su peligro— es cuando ocurren los grandes eventos — descubrimientos, inventos, campañas a favor del medio ambiente, charlas, concientización, etc. — a favor de la humanidad y del medio que le rodea.

Propiedades físicas del sonido

Todo sonido obedece a una vibración de las partículas del medio detectable por el oído. Estas perturbaciones se llaman ondas sonoras. Se trata de un conjunto de ondas longitudinales (como las que se forman en el agua cuando se deja caer una piedra). Las partículas del medio vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda. Esto permite estudiar el movimiento ondulatorio como una base de información para comprender mejor el estudio del sonido.

La naturaleza del sonido

Las ondas sonoras constituyen pues, un tipo de ondas mecánicas que tienen la virtud de estimular el oído humano y generar la sensación sonora. En el estudio del sonido se deben distinguir los aspectos físicos de los aspectos fisiológicos relacionados con la audición. Desde un punto de vista físico el sonido comparte todas las propiedades características del comportamiento ondulatorio visto anteriormente, por lo que puede ser descrito utilizando los conceptos sobre ondas. A su vez el estudio del sonido sirve para mejorar la comprensión de algunos fenómenos típicos de las ondas. Desde un punto de vista fisiológico sólo existe sonido cuando un oído es capaz de percibirlo. (En el apartado 1.4 sobre El Ruido se extenderá la parte correspondiente al oído y su cuidado.)

El sonido y su propagación

Así como se mueven las ondas en el agua cuando un objeto es arrojado sobre ella, asimismo las ondas sonoras se producen también como consecuencia de una compresión del medio a lo largo de la dirección de propagación. Son, por tanto, ondas longitudinales.

La campana de un timbre vibra al ser golpeada por su correspondiente martillo, lo que da lugar a compresiones sucesivas del medio que la rodea, las cuales se propagan en forma de ondas.

En todo tipo de ondas mecánicas el medio juega un papel esencial en la propagación de la perturbación, hasta el punto de que en ausencia de medio material, la vibración, al no tener por donde propagarse, no da lugar a la formación de la onda correspondiente, como en el vacío, por no haber un medio de propagación no hay sonido audible. La velocidad de propagación del sonido depende de las características del medio. En el caso de medios gaseosos, como el aire, las vibraciones son transmitidas de un punto a otro a través de choques entre las partículas que constituyen el gas, de ahí que cuanto mayor sea la densidad de éste, mayor será la velocidad de la onda sonora correspondiente. En los medios sólidos son las fuerzas que unen entre sí las partículas constitutivas del cuerpo las que se encargan de propagar la perturbación de un punto a otro. Este procedimiento más directo explica que la velocidad del sonido sea mayor en los sólidos que en los gases.

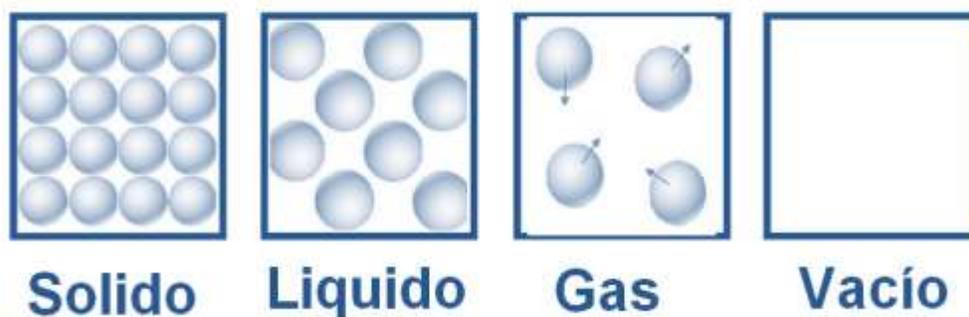


Figura 1. Moléculas en los distintos estados de la materia.

1.2 LA ACÚSTICA

Principios básicos sobre acústica

La acústica es la rama de la física que estudia el comportamiento del sonido y sus aplicaciones. En el apartado anterior –sobre el sonido– se pudo ver sus propiedades físicas, en esta parte se detallará como se estudia, mide e intenta controlar y reducir.

Medición del nivel sonoro

Cuando se requiere medir la presión sonora en un recinto, se hace en dB (decibelios), unidad a dimensional y sin sentido físico. Esta medida del nivel sonoro es la que se puede medir con los **sonómetros**⁴ y es la que las normas urbanas y laborales regulan estableciendo máximos según los distintos ambientes: colegios, hospitales, viviendas, fábricas, establecimientos comerciales etc.

Antes de profundizar en el estudio de esta unidad de medida llamada decibelios, hay que tener en consideración algunos aspectos:

- ✓ La presión sonora se mide en pascales (1 newton / m²)

⁴ Aparato que mide la presión sonora con una curva de ponderación A

- ✓ La presión sonora mínima para provocar sensación auditiva es de 20 micropascales. Es lo que se llama umbral de audición.
- ✓ la presión sonora mínima para provocar dolor es de 100.000.000 de micropascales. Es lo que se llama umbral de dolor.

Esta diferencia de presión sonora (en pascales) es demasiado extensa. Una forma simple de comprender esto es comenzar con una nota de determinada intensidad, digamos 10 unidades, incrementarla luego a 100 y después a 1.000 unidades. Estos dos cambios los interpretaría el oído como idénticos en potencia, puesto que la proporción de 100/10 es igual a 1000/100. Otro modo de expresarlo sería escribir los valores de las intensidades en potencias de diez: 10^1 , 10^2 , 10^3 . Se puede apreciar que los cambios iguales en potencia vienen dados por cambios iguales al logaritmo de la intensidad.

Algunos aspectos sobre los logaritmos son los siguientes:

- ✓ Los logaritmos fueron descubiertos por el matemático Napier en 1614.
- ✓ El tiempo que se requiere para multiplicar es 10 veces superior al que se requiere para sumar.
- ✓ Los logaritmos permiten transformar la multiplicación en suma, ahorrando tiempo.

Se afirma que el oído tiene una respuesta logarítmica, por esta razón es necesario utilizar una unidad de medida que se comporte como tal, en la acústica esta unidad de medida se llama BELIO. Si la intensidad inicial I_1 se incrementa hasta un nuevo valor I_2 se tiene:

$$\text{Relación en BELIOS} = \log I_2 / I_1$$

En la práctica, el belio es demasiado grande y por ello se emplea el DECIBELIO (dB). La relación en decibelios será entonces:

$$DB = 10 \text{ Log } I_2 / I_1$$

El umbral de la audición está en 0 dB, la intensidad fisiológica de un susurro corresponde a unos 10 dB y el ruido de las olas en la costa a unos 40 dB. Como se comprobó anteriormente, la escala de sensación sonora es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB corresponde a una intensidad 10 veces mayor: por ejemplo, el ruido de las olas en la costa es 1.000 veces más intenso que un susurro, lo que equivale a un aumento de 30 dB.

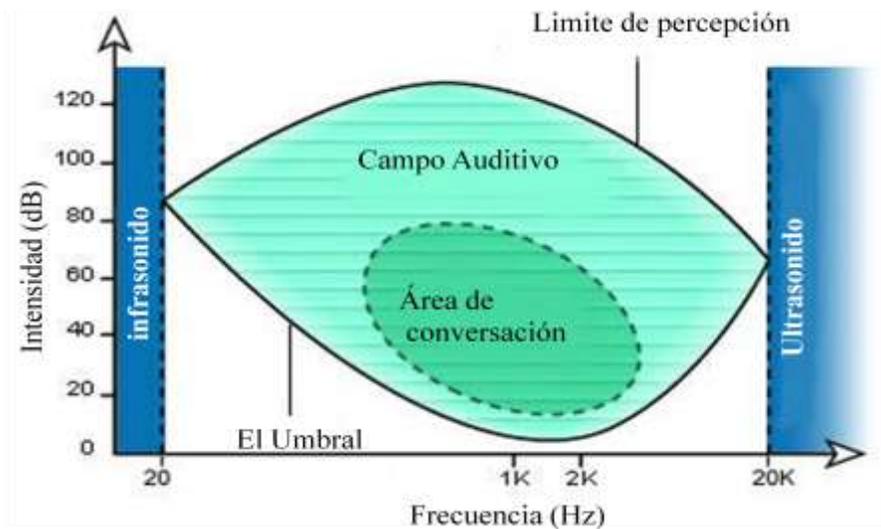


Figura.2 Diagrama del rango auditivo del hombre

Presión Sonora: Es la variación de Presión que puede ser detectada por el oído humano. El umbral de percepción para un individuo se produce a partir de una presión sonora de 2×10^{-5} N/m².

La poca operatividad de esta escala, hace necesario utilizar los decibeles (dB) para expresar la magnitud de la presión sonora, la cual es el logaritmo (de base 10) de la relación de dos intensidades y viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{Nivel de Presión (dB)} = 10 \log$$

$$(\text{Presión acústica existente}/\text{Presión acústica de referencia})$$

El oído comienza a percibir sonidos a partir del “umbral auditivo” (presión sonora de al menos $P_0 = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$) y a partir del “umbral doloroso” (presión sonora de $10^3 \mu\text{bar}$), puede sufrir lesiones irreversibles. El umbral auditivo en términos de intensidad es de 10^{-12} W/m^2 y el doloroso es 25 W/m^2 .

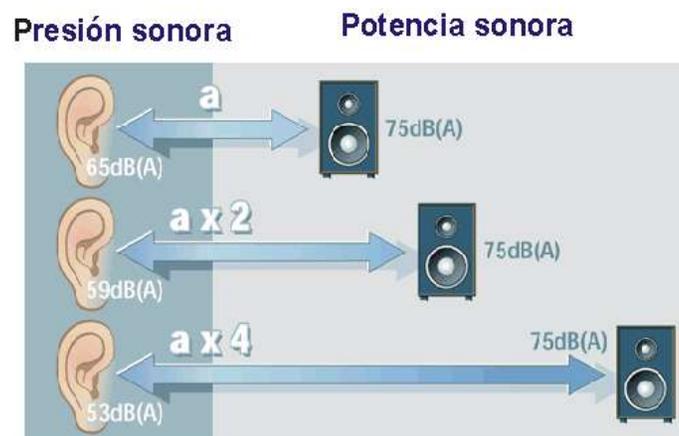


Figura 3. Diferencia de la presión sonora con la distancia.

Intensidad sonora. Es la energía que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación de las ondas, se mide en watt/m².

La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. En el caso de ondas esféricas que se propagan desde una fuente puntual, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción. Por ejemplo, en un medio perfectamente homogéneo, un sonido será nueve veces más intenso a una distancia de 100 metros que a una distancia de 300 metros. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras, por lo que generalmente la ley del inverso del cuadrado no se puede aplicar a las medidas directas de la intensidad del sonido.

La intensidad relativa de un sonido con respecto a otro se define como 10 veces el logaritmo (con base 10) de la razón de sus intensidades. Los niveles así definidos expresados en decibelio (dB), son una cantidad adimensional.

DISEÑO DE LUGAR DE TRABAJO

Insonorización industrial⁵

Durante muchos años le gente pensó que la necesidad de insonorización de los ambientes y espacios industriales era un recurso necesario en tanto la comodidad de los empleados. Así, el aislamiento acústico venía a considerarse, de alguna forma, como un lujo antes que como una necesidad infranqueable. Hoy en día aquella

⁵ <http://www.tecnositio.com/materiales/insonorizacion-industrial.html>

opinión ha quedado completamente rebasada. La contaminación sonora, producida por ruidos en extremo fuertes y no armónicos, constituye uno de los problemas de contaminación más graves a que se enfrenta, primero, todo habitante de una gran ciudad y, luego, incluso más, todo trabajador que se ve cotidianamente involucrado en espacios de producción industrial. La contaminación sonora (en tanto una constante ineludible que llega a parecernos completamente desapercibida) afecta enormemente la estabilidad psíquica y emocional de las personas, elevando los indicios de estrés y bajando considerablemente los niveles de rendimiento.

No es poca la gente que ha decidido renunciar a su trabajo por problemas de extrema contaminación sonora; y esa gente tiene, en realidad, toda la razón del mundo. De este modo, por todo lo dicho, será necesario llegar a entender que la necesidad de insonorización industrial es una cuestión de salud, en primerísima instancia, y sí también, luego, de calidad de vida.

La insonorización industrial o aislamiento acústico de industrias hace, así, referencia a la instalación y procedimientos necesarios para que el personal pueda verse efectivamente librado del daño auditivo que los fuertes sonidos de una fábrica en operación produce en los tímpanos, y en el estado emocional. Se trata, en realidad, de una inversión propia de recursos humanos, en tanto estamos cuidando la integridad y la salud de los empleados y así, también, su mejor rendimiento para con cada una de las tareas que les corresponda realizar.

En la mayoría de los países el aislamiento acústico mínimo e indispensable para la prevención de los problemas de contaminación sonora queda establecido por las -así denominadas- "leyes de ruido". Las empresas contratadas para la instalación y supervisión constante de este tipo de aislamiento, deben estar correctamente certificadas por las autoridades, y ser capaces de acreditar su pericia por medio de documentación específica. Estas empresas deberán cumplir con los parámetros

legales predispuestos en los estudios de prevención de la contaminación sonora. Los juicios a las industrias, debidos a la falta de una buena instalación y/o procedimiento de insonorización industrial, son ya una realidad inapelable.

Aislamiento acústico

La definición de insonorización consiste entonces -como cualquier otro tipo de aislamiento acústico- en evitar la propagación extendida de ruidos más allá del lugar concreto en donde se producen. Esto se logra por medio de la instalación de ciertos “obstáculos”, que impiden que las vibraciones sonoras se expandan más allá de determinado límite. En el caso de los espacios industriales, la insonorización ha de referirse, fundamentalmente, al ruido producido por el funcionamiento de maquinarias y/o herramientas de trabajo. Las “barreras” u “obstáculos” destinados a la detención de las vibraciones que se constituyen en contaminación sonora, han de ser de materiales especialmente densos, en el sentido de contener -y no propagar- las vibraciones que puedan devenir en ruidos molestos.

Estos obstáculos pueden ser, por ejemplo:

- ✓ Suelos de tipo flotante, con alta resistencia a la vibración.
- ✓ Barreras con propiedades aislantes, que son utilizadas a modo de paredes divisorias.
- ✓ Techos aislantes.
- ✓ Paneles de absorción acústica (pueden tener los más diversos tamaños y se aplican impecablemente a cada tipo de necesidad)
- ✓ Aislamiento por sellado.

Las innumerables posibilidades de combinación de estos recursos vendrán a transformarse en un sistema de aislamiento acústico. Cada espacio deberá diseñar y

construir un sistema que se adapte lo mejor posible a sus necesidades. Encarar la construcción de una instalación de aislamiento no ha de ser igual en todos los casos (no es lo mismo, por ejemplo, una iglesia que una fábrica de muebles, ni lo serán los materiales a emplear) y el personal contratado para dicha instalación ha de ser capaz de asesorar perfectamente al cliente.

La instalación de sistemas de insonorización deberá estar complementado, siempre, por la instrucción e información del personal, en tanto la necesidad de lograr obtener un procedimiento que ayude al buen funcionamiento de las instalaciones aislantes.

Cada uno de los empleados debe ser correctamente informado y educado en el sentido de hacerle saber con propiedad cuáles son los niveles de ruido a los que se ve cotidianamente expuesto, cuáles son los inconvenientes que dicha exposición puede acarrear para su salud. En los casos que sean necesarios (como ser aeropuertos o gente que trabaja en la construcción) deberá equiparse al trabajador con algún tipo de dispositivo que sirva de protección auditiva personal. Siempre es aconsejable -y en muchos países es obligatorio- someter al trabajador a un estudio -cada tres años- de salud auditiva.

El problema de la insonorización industrial, en tanto la necesidad de evitar la contaminación sonora, ha de ser tomado muy seriamente en cuenta por todo aquél que, a la vez que se preocupe por la salud de los trabajadores, busque evitar problemas legales y mejorar la eficiencia.

Las trayectorias del ruido en un lugar de trabajo

Cuando se construye un lugar de trabajo nuevo o se modifica uno existente, las emisiones de ruidos y la exposición de ruido se pueden limitar por las opciones cuidadosas del diseño, la disposición y los materiales de construcción utilizadas para el edificio. Por ejemplo, el uso apropiado de los materiales absorbentes dentro del

edificio puede reducir o limitar los efectos del sonido reflejado (la ayuda de un especialista será necesaria si se quiere que los resultados sean más satisfactorios).

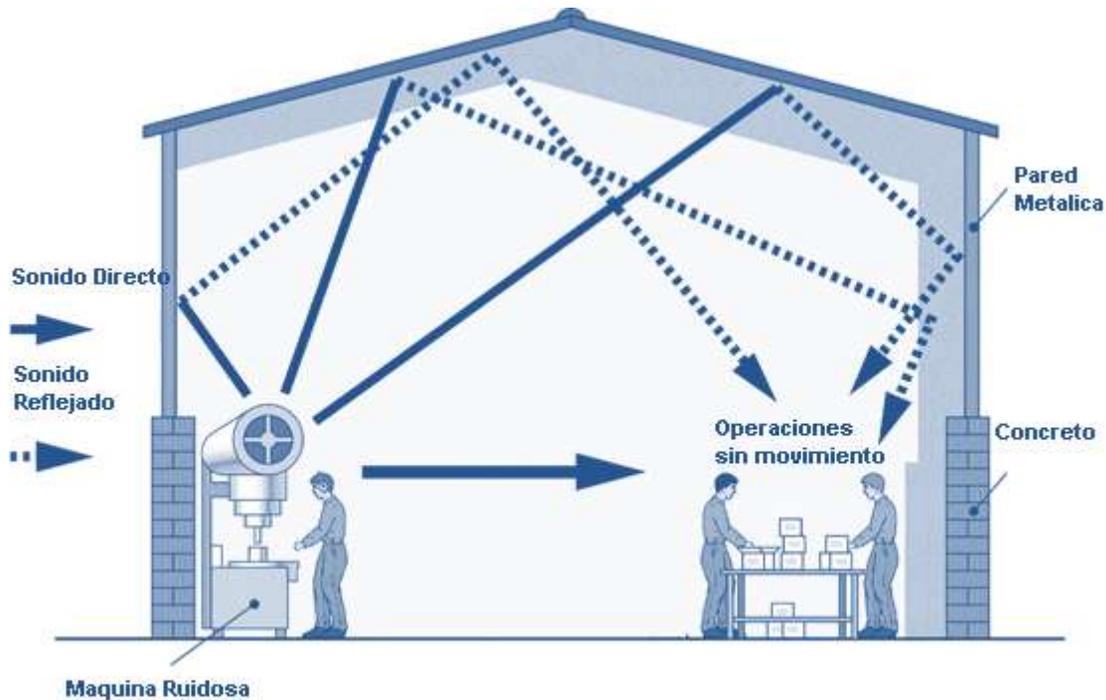


Figura. 4 Comportamiento del sonido en el lugar de trabajo

La gerencia de riesgo del ruido es mucho más fácil si se limita el número de los empleados expuestos. El planeamiento cuidadoso podría segregar las máquinas ruidosas de otras áreas donde se realizan las operaciones reservadas, reduciendo la necesidad del control del ruido después del lugar de trabajo en funcionamiento (véase también la sección en las pantallas y las barreras). El número de los empleados que trabajan en áreas ruidosas se debe guardar a un mínimo.

Uso de la absorción

Cuando se quiere usar materiales absorbentes para cambiar las características acústicas de un área de trabajo hay que recordar lo siguiente:

- *Los factores ambientales y del lugar de trabajo:* los materiales absorbentes están disponibles para soportar impactos físicos, y se pueden adaptar a los ambientes higiénicos o donde la absorción del aceite, del agua etc. puede ser un problema;
- Puede haber una reducción en la luz natural si la absorción se pone en la azotea;
- La adición de los materiales absorbentes a las paredes y a las áreas del techo afectará solamente el sonido reflejado, no la trayectoria directa de sonido.

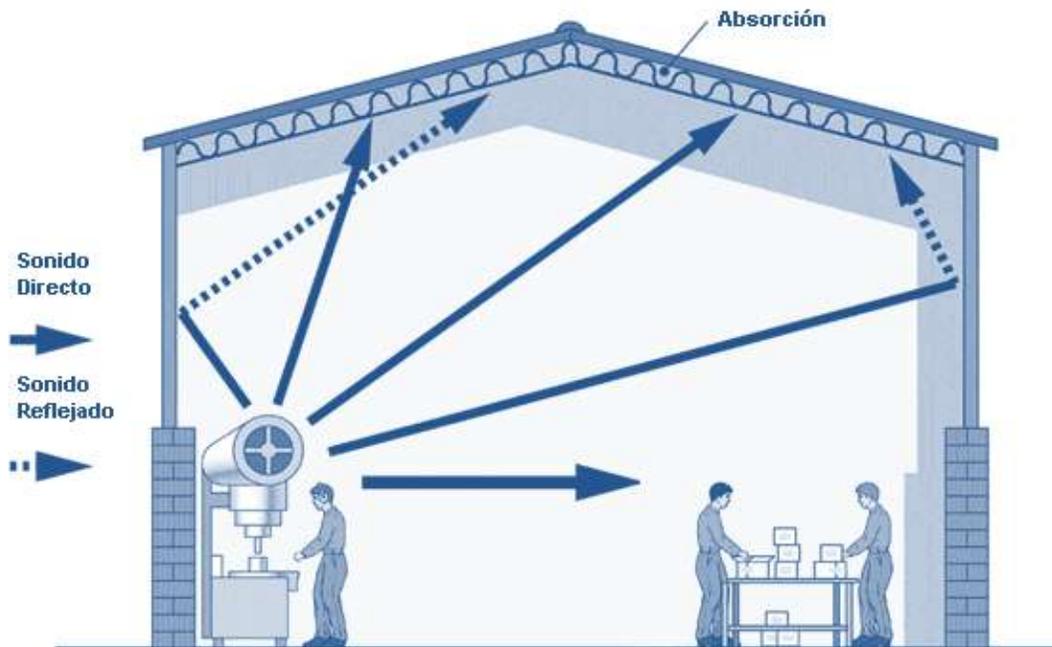


Figura. 5 El correcto uso de la absorción puede reducir el ruido reflectado.

Pantallas y barreras

Las pantallas, las barreras o las paredes se pueden colocar entre la fuente del ruido y la gente para parar o para reducir el sonido directo. Las barreras se deben construir de un material denso, Ej. Acero, ladrillo, concreto, etc. Aunque el cartón yeso (“tabla roca”) y otros materiales frágiles pueden ser utilizados.

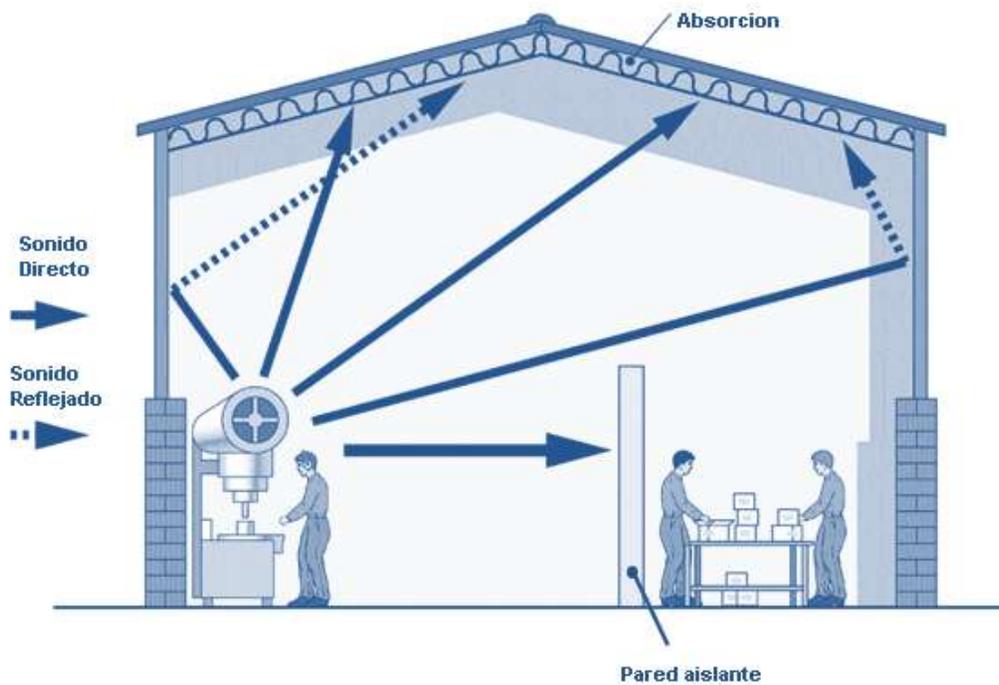


Figura. 6 una pared colocada frente a la fuente de sonido, aísla por completo el área de operaciones sin movimiento

Las pantallas y las barreras funcionan lo mejor posible cuando se colocan cerca de la fuente de ruido o cerca de la gente que se está intentando proteger. Entre más altas y más anchas son, más eficaces. Trabajan lo mejor posible en cuartos con los techos altos con materiales absorbentes.

Cubriendo la barrera o la pantalla con el material absorbente en los revestimientos laterales la fuente de ruido tendrá la ventaja agregada de reducir el sonido reflejado nuevamente dentro de esa área que contiene la fuente de ruido. Esos lugares de trabajo que se han tratado ya con el material fonoabsorbente ayudarán a crear las condiciones que permitirán que la pantalla o la barrera se realice a su potencial máximo, puesto que en estos casos el ruido directo es probable que sea la fuente dominante.

Distancia entre la fuente del ruido y la gente

El aumento de la distancia entre una persona y la fuente de ruido puede reducir la exposición de ruido considerablemente. Algunos ejemplos de esto son:

- ✓ Dirigir la descarga de los extractores bien lejos de trabajadores.
- ✓ Utilizar el mando a distancia o equipo automatizado para evitar la necesidad de que los trabajadores pasen períodos largos cerca a las máquinas.
- ✓ Separar los procesos ruidosos para restringir el número de la gente expuesta a los altos niveles del ruido.

1.3 EL RUIDO

La palabra Ruido proviene del latín *rugitus*, que significa rugido, se percibe pues como un sonido no deseado. En si la definición es subjetiva. “sonido es lo que yo hago, ruido es lo que hace mi vecino” por eso se requiere estandarizar la molestia por ruido, eliminando los extremos.

Fuente de ruido: es toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere o pueda generar emisiones de ruido.

Tipos de Ruido

Continuo constante: Es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB(A).

Continuo fluctuante: Es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6dB(A) entre los valores máximos y mínimos

Intermitente: Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.

Impulsivo o de impacto: Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35dB(A) entre los valores máximos y mínimos.

Medidas de control del ruido

Las medidas de control sobre el ruido se deben realizar en el siguiente orden:

1. Sobre la fuente
2. Sobre el ambiente
3. Controles administrativos
4. Sobre el hombre

Sobre la Fuente: Va desde el simple ajuste de un tornillo hasta el rediseño o sustitución de la maquinaria por una nueva tecnología. El aspecto más deseable cuando se comienza un programa de reducción de sonido, es el concepto de emplear principios de ingeniería para reducir los niveles de ruido.

Entre los controles de ingeniería que reducen el nivel de ruido tenemos:

- ✓ Mantenimiento:
- ✓ Reemplazo de máquinas:
- ✓ Sustitución de procesos.

Sobre el ambiente: Se reduce el nivel de ruido mediante el empleo de materiales absorbentes (blandos y porosos) o mediante el aislamiento de equipos muy ruidosos (confinamiento total o parcial de cada equipo ruidoso) o aislando al trabajador, en una caseta prácticamente a prueba de ruido para él y sus ayudantes.

Las cabinas acústicas se emplean para atenuar los ruidos emitidos por diversos tipos de máquinas. Poseen dos características fundamentales de la insonorización: la fono aislación y la fono absorción.

- ✓ **Fono aislación:** Contribuye a limitar al máximo el incremento del ruido debido a las reflexiones múltiples sobre los paneles de la cabina.
- ✓ **Fono absorción:** Es lo que garantiza el rendimiento acústico de ésta; es decir, la reducción de ruidos que la misma es capaz de suministrar y que es aproximadamente 25 a 35 db. "A". La conjunción de estos dos elementos es la que permite una notable reducción del ruido emitido hacia el exterior.

Sobre Controles Administrativos: Los controles administrativos deben interpretarse como toda decisión administrativa que signifique una menor exposición del trabajador al ruido. Puede ser por ejemplo, un cambio de horario, o reducción de este, para evitar que el tiempo de exposición sea mayor al establecido por los reglamentos de salud.

Sobre El Hombre: Se refiere a la protección auditiva personal. Cuando las medidas de control no pueden ser puestas en práctica y/o mientras se establecen esos controles, el personal debe ser protegido por los efectos de los niveles excesivos de ruido.

Efectos en el sistema auditivo.

Efecto enmascarador: Se puede definir como aquel efecto fisiológico por el cual se ve disminuida la capacidad perceptiva de un sonido a causa de la presencia simultánea de otro sonido o de ruido.

Normalmente el espectro de frecuencias del sonido de la voz humana se sitúa entre 200 y 6000Hz con una intensidad variable entre 30 y 70 dB. Esta competencia

entre el sonido deseado y el que no lo es, tiene resultados perjudiciales siempre. En el ámbito laboral esto representa:

- ✓ Disminuir la seguridad laboral ya que el trabajador recibe con dificultad el aviso de un posible peligro.
- ✓ Disminuir las oportunidades de formación del trabajador ya que la comunicación oral queda parcialmente afectada.
- ✓ Obligar al trabajador inmerso en este ambiente a utilizar una intensidad vocal alta, realizando un sobre esfuerzo vocal que le puede hacer desarrollar una disfonía disfuncional.

Cansancio auditivo. El cansancio o fatiga auditiva se define como un descenso transitorio de la capacidad auditiva. En este caso no hay lesión orgánica, y la audición se recupera después de un tiempo de reposo sonoro, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición al ruido.

De hecho sería la respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada, más de 90dB, que se manifestaría en una elevación temporal del umbral de audición persistente después de haber cesado la emisión del ruido. De este fenómeno es consciente cualquier persona que, por ejemplo, después de haber estado en una discoteca, sufre durante un rato dificultades para mantener una conversación y tiene la sensación de tener los oídos tapados.

Como más largo sea el tiempo de exposición más amplio será el espectro de frecuencias afectadas. El cansancio auditivo afecta a las frecuencias próximas a las del ruido expuesto y puede afectar principalmente a las frecuencias altas más raramente que a las más bajas.

La recuperación del umbral de audición puede tardar unas horas que dependerá de:

- ✓ la intensidad del ruido recibido. Como más intenso más grande es el desplazamiento del umbral de audición y, por lo tanto, más lenta es la recuperación.
- ✓ El tiempo de exposición. Como más larga sea la duración de la exposición, más lenta es la recuperación. Este punto se debe tener en cuenta a la hora de hacer las audiometrías en el lugar del trabajo. Se debe esperar un mínimo de doce horas después de haber acabado la jornada para no confundir la fatiga auditiva con una patología irreversible.
- ✓ Las frecuencias afectadas. Independientemente de las frecuencias del ruido fatigante, parece que las frecuencias alrededor de los 4000Hz tardan más a recuperarse.

Hipoacusia. Requiere una exposición alta en intensidad y duración del ruido o un cansancio prolongado que no permite la recuperación.

La evolución típica muestra una primera fase con pérdida de unos 40dB en la zona de recepción de la frecuencia de 4000 ciclos por segundo que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa. En una fase posterior esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. Si la agresión del ruido continua, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4000 ciclos por segundo, así se inicia un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales.

La pérdida auditiva se estabiliza si el trabajador deja de estar en contacto con el ruido.

Una vez ha habido lesiones su sintomatología pasa por diferentes etapas:

- a. el trabajador presenta acufenos al final del día, astenia psíquica y la audiometría revela una pérdida de sensibilidad auditiva a la frecuencia de 4000 ciclos por segundo
- b. la pérdida auditiva se incrementa a frecuencias próximas a 4000 ciclos por segundo y la persona refiere algún problema comunicativo
- c. la pérdida avanza hacia frecuencias más bajas con una clara repercusión en la comunicación auditivo-verbal.

Factores que influyen en la lesión auditiva inducida por el ruido:

- a. la intensidad del ruido. El umbral de nocividad del ruido se sitúa entre 85 y 90dB(A). Por encima de 90dB el ruido puede ser nocivo para el hombre. Para los trabajadores un ambiente de ruido en un nivel superior a 80dB(A) en el Real Decreto 1316/1989, aparece como el límite a partir del cual se han de tomar medidas preventivas específicas.
- b. La frecuencia del ruido. Los sonidos más perjudiciales son los de frecuencias altas, superiores a 1000. La mayor parte de los ruidos industriales se componen de ondas acústicas con estas frecuencias. Por causa aún poco conocidas las células ciliadas de la oreja interna más sensibles al efecto nocivo del ruido son las que transmiten las frecuencias entre 3000 y 6000 ciclos por segundo.
- c. La duración de la exposición. El efecto perjudicial está en relación con la duración en que el trabajador está expuesto al ruido.
- d. La susceptibilidad individual. Aunque es difícil demostrarlo, se acepta como un factor la predisposición del trabajador.
- e. La edad. El efecto del ruido se puede sumar a la presbiacusia.
- f. Principalmente en aquellas personas a las cuales se les han eliminado los sistemas automáticos de protección de las células ciliadas del oído interno,

como en la cirugía de la otosclerosis y de las timpanoplastias. Por lo tanto habría una mayor vulnerabilidad coclear.

Efectos extra auditivos. El ruido es un estímulo que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa, y si presencia provoca efectos psíquicos, como alteraciones en el descanso, en el sueño nocturno, en la capacidad de concentración, provoca ansiedad, favorece el estrés, etc. Ahora bien, estos efectos tendrán respuesta diferente según la actitud del trabajador, su sensibilidad individual, los recursos individuales para reducirlo, el momento de la jornada laboral en la que se produce, etc.

Sobre el rendimiento en el trabajo.

Puede interferir en el desarrollo de trabajos, principalmente los que requieren gran atención o de gran complejidad. A pesar de todo el hombre en su capacidad de adaptación puede llegar a acostumbrarse sin que disminuya su rendimiento. Claro está, que los trabajos que requieren una gran concentración se verán más afectados por el ruido.

Sobre la comunicación humana.

El proceso de comunicación depende de una variedad de factores que conviene señalar:

- ✓ factores físicos inherentes al propio sonido, como la intensidad, las frecuencias y la duración.
- ✓ De las condiciones acústicas del local.
- ✓ De la distancia entre los interlocutores, así como la presencia o no del canal visual en el mismo momento del acto verbal
- ✓ Del uso de protectores acústicos
- ✓ De la audición del trabajador

- ✓ Del uso por parte del hablante de señales verbales efectivas, es decir, hechas con una buena articulación, esfuerzo adecuado, etc.
- ✓ Del conocimiento y familiaridad del mensaje
- ✓ De las motivaciones

La presencia de ruido de fondo puede dificultar la comprensión del mensaje oral, lo cual repercute en la propia seguridad del trabajador y en el proceso productivo. Además, la presencia inesperada de un ruido de fuerte intensidad puede causar distracciones o movimientos bruscos que incrementan la inseguridad en el trabajo.

Interferencia con las actividades mentales y psicomotoras

Disminución del rendimiento intelectual y de la capacidad de concentración. Estos aspectos influyen al mismo tiempo en el trabajo. También se ha demostrado que produce un estado de irritación y pueden ser origen de fatiga y de disminuir la eficacia en el trabajo.

Alteraciones en otros órganos

Aunque su efecto no puede cuantificarse, se han establecido relaciones entre el ruido y algunos sistemas:

Efectos del ruido a nivel sistémico	
Sistema afectado	Efecto
Sistema nervioso central	Hiperreflexia y Alteraciones en l'ECG
Sistema nervioso autónomo	Dilatación pupilar

Aparato cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca i hipertensión arterial (aguda)
Aparato digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato reproductor - gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematurez, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato vestibular	Vértigo y nistagmus
Aparto fonatorio	Disfonías disfuncionales

1.4 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA OBJETIVA Y SUBJETIVA

Cuando se habla de contaminación por lo general se hace referencia a algo físico sensible, por ejemplo: se diría que un recinto está contaminado si hay mucha basura tirada en el suelo, también se diría que el recinto está contaminado, si se percibiera en el aire un olor putrefacto, o si se oyera un ruido con excesiva presión sonora.

Pero ¿Qué si el gas que inunda el recinto es letal e inodoro? ¿Está contaminado el recinto? Al parecer no, pero sí existe contaminación. Entonces, ¿Qué es contaminación? Es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es

decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial.

En base a la definición anterior se puede concluir que la contaminación acústica es:

“la introducción – en un medio cualquiera – de un ruido, capaz de ocasionar daños físicos o psicológicos en una persona.”

No se puede entonces tratar la contaminación acústica únicamente desde el punto de vista del daño ocasionado al tejido auditivo, sino que va más allá de lo objetivo. A esta respuesta subjetiva le llamamos molestia.

Respuesta Subjetiva: Molestia⁶

Entre los diferentes estudios planteados en relación a los efectos no auditivos del ruido, la respuesta de molestia por exposición a ruidos continuos e intensos, principalmente debidos al transporte y, entre éstos, el tráfico por carretera y aéreo, es la que ha acaparado el interés de un mayor número de investigaciones dado que en el ámbito urbano la molestia por exposición al ruido es una respuesta bastante común en la mayoría de los habitantes, siendo el efecto más generalizado causado por el ruido ambiental. Los estudios planteados en esta línea de investigación tienen como principal objetivo determinar la relación existente entre el nivel de exposición al ruido y la respuesta subjetiva de molestia con el fin de conocer la dimensión exacta de este problema ambiental (población afectada, niveles críticos de exposición, interferencias en las actividades, etc.) Así como al desarrollo de estrategias de control del ruido, tanto a nivel legislativo como de actuaciones concretas en el urbanismo y en la

⁶ MEDIO AMBIENTE Y SALUD. IMPACTO DEL RUIDO, Isabel López Barrio, Instituto de Acústica. CSIC

planificación territorial. Es decir estos estudios tienen como principal objetivo traducir a índices acústicos la molestia experimentada en relación al ruido, sirviendo de base para el desarrollo de intervenciones preventivas en defensa de la salud y el bienestar de la población.

La molestia debida al ruido se define como:

"un sentimiento desagradable o una actitud negativa producida por un ruido no deseado o juzgado como innecesario en el espacio vital del individuo" o

"como un sentimiento no placentero que surge al considerar que el ruido puede afectar negativamente a la salud"

La Molestia puede venir acompañada de diferentes síntomas, tales como dolor de cabeza, depresión, irritabilidad, insomnio, deseos de escapar del ruido, etc., señalando la existencia de una reacción de estrés. Diferentes investigaciones (Öhrström, 1993; Lambert y Vallet, 1994), han comprobado que esta reacción subjetiva se halla relacionada con las interferencias del ruido en diferentes actividades, siendo el sueño, las actividades que implican la percepción de la palabra y aquellas que exigen altos grados de atención y concentración comúnmente las más interferidas. Concretamente, la interferencia en el sueño, se puede considerar como el efecto más importante del ruido ambiental. Esta interferencia, que puede producirse a partir de exposiciones de 45 dBA, se manifiesta en dificultad para dormir, disminución de la profundidad del sueño o incluso el despertar.

Asimismo, la exposición al ruido durante la noche puede producir efectos secundarios o pos efectos, los cuales se manifiestan posteriormente durante el día. Estos efectos incluyen percepción de la reducción de la calidad del sueño, sensación de fatiga, disminución del humor o bienestar y disminución del rendimiento. Por otro lado, los estudios que han analizado los efectos a largo plazo de la exposición al ruido

durante la noche han comprobado que los sujetos expuestos a elevados niveles de ruido de tráfico (72 dBA) en comparación con los de áreas silenciosas (52 dBA) se muestran más ansiosos, nerviosos y cansados, es decir exposiciones elevadas al ruido nocturno afecta significativamente al bienestar psicosocial (Öhrström, 1989). Otro efecto importante del ruido es la interferencia en la comunicación.

De todos los recursos de que dispone el ser humano para comunicarse, el habla es sin duda el más importante. La emisión de la voz para la mayoría de los sujetos en la mayor parte de las situaciones, se sitúa entre 50 y 60 dBA. Cuando el nivel de ruido se eleva 10 dBA por encima del nivel de emisión de la voz se produce un enmascaramiento afectando gravemente la inteligibilidad de la palabra. Teniendo en cuenta que el nivel de ruido ambiental supera en muchas ocasiones el nivel de emisión de la voz es por ello que la interferencia en la comunicación constituye uno de los efectos negativos más señalado por la población.

El hecho es que el ruido aunque su intensidad no sea elevada en función de la valoración subjetiva puede transformarse en un factor de agresión y estrés, al mismo nivel que otros factores estresantes medioambientales como el hacinamiento, el calor o el frío excesivo o la contaminación del aire con consecuencias negativas para la salud física y mental.

Música Funcional

En algún momento de la historia un dramaturgo escribió, "*La música tiene los encantos hasta para calmar una bestia salvaje.*" Él sabía de lo que estaba hablando, al igual que la nueva investigación en la revista "The Heart", la cual indica que el ritmo de la música puede lograr un gran cambio al aliviar el estrés. Esto, después de que

investigadores europeos estudiaron la respiración y circulación en 24 jóvenes⁷, mientras cada uno de ellos estaba escuchando música.

Cada participante escuchó seis tipos diferentes de melodías. Desde de Vivaldi hasta el grupo Red Hot Chilli Peppers, con dos pausas diminutas entre cada canción. Los doctores encontraron que entre más complejos los ritmos y más rápido el ritmo de la música, mayor la respiración y la circulación de los participantes.

Por otro lado, entre más meditativa la música infligía la caída más grande en la frecuencia cardíaca. Y posiblemente más interesante, durante las pausas entre canciones, los niveles de estrés de los pacientes se redujeron debajo de sus niveles originales antes de que estuvieran escuchando la música.

En el lugar de trabajo se puede implementar la música funcional, pero hay que tomar seriamente las indicaciones concernientes a este tipo de música, ya que no es música “bonita” o música del gusto de alguien. Debe cumplir ciertas características como las siguientes:

- ✓ No tener letra, es decir no ser música cantada, ya que el mensaje puede distraer la concentración del trabajador.
- ✓ Tener un ritmo constante y de acuerdo a las actividades que se desarrollen, música lenta para actividades de mayor concentración y minuciosidad, música más rápida para actividades de mucho movimiento.
- ✓ Tener un nivel de intensidad normalizado, es decir sin picos y valles muy prolongados.
- ✓ Que la música funcional este muy por debajo del nivel promedio de presión sonora del recinto.
- ✓ De preferencia que sea música polifónica consonante con sonidos acústicos, ya que proveen frecuencias mejor timbradas y más agradables.

⁷ Música suave para reducir el estrés Por Lorely Ambriz Oct 2, 2005, 20:42

CAPITULO II

2 DIAGNOSTICO PRELIMINAR SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS EMPRESAS EN ESTUDIO

2.1 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ La investigación se enmarcó geográficamente en el departamento de Santa Ana, específicamente las empresas: IMACASA, sala de ventas OMNI MUSIC, y OMNI MUSIC SCHOOL.

- ✓ *Susplicacia de los informantes:* Debido a que el estudio sobre contaminación acústica presenta sospechas de diagnosticar en mal funcionamiento –en cuanto a control de ruido– de la Empresa los informantes ofrecían datos confusos que en determinadas ocasiones no se apegaban a la realidad.

- ✓ *Falta de conocimiento de los informantes:* Debido a que algunos conceptos que están implícitos en el estudio de la Contaminación acústica no son muy conocidos por la población en general, causaron cierta confusión de parte de los informantes.

- ✓ *Imposibilidad de acceso para recabar la información:* En el caso de la empresa IMACASA cuando se quiso obtener los datos de la maquinaria existente, no se logró un documento formal en donde estuviera contenida la información requerida sino se recabó la información directamente de las maquinas, algunas de ellas estaban en pleno funcionamiento, otras no tenían información legible por la antigüedad de algunos motores, otras maquinas (en su mayoría) son de fabricación artesanal y no hay ninguna información técnica sobre ellas.

- ✓ *Generalización de resultados fuera de campo de acción:* Debido a que no se conoce mucho sobre el tema en Santa Ana, se vio en la necesidad de tomar

como validos datos proporcionados de otras fuentes, lo cual en muchas ocasiones pone en riesgo el diagnostico y podría haber confusión de resultados.

- ✓ *Imposibilidad de controlar las variables intervinientes:* El sonido es producido por cualquier fuente con posibilidad para hacerlo, esto implicó que en las mediciones hubo influencia de sonidos externos a la fuente en estudio, y no se pudo detener la producción de la planta para hacer las mediciones (por cuestiones administrativas) esto hizo que se proporcionaran datos menos exactos.

2.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La información necesaria para elaborar un mapa de ruido y las propuestas de solución para las empresas en estudio se obtuvo a partir de la siguiente metodología:

1) Ubicación del área en estudio

- a) Visitar instalaciones
 - i) Conseguir la dirección física de la ubicación de la Empresa
- b) Solicitar entrada a instalaciones.
 - i) Redacción de una carta de solicitud.
 - ii) Llevar carta a cada Empresa.
 - iii) Esperar respuesta a cartas de solicitud
- c) Recabar cartografía existente
 - i) Elaborar un fichero para registrar la información obtenida.
 - ii) Ubicar la Empresa en el mapa satelital de Santa Ana y obtener mapas actuales de las empresas.

2) Delimitar el Estudio en términos de tiempo.

- a) Conocer el tiempo disponible para la realización del proyecto.
 - i) Elaborar gráficamente el cronograma de actividades.
- b) Conocer el tiempo que cada Empresa dispone para realizar las visitas técnicas.
 - i) Incluir la información en el cronograma de actividades.

3) Acopio de datos estadísticos y legales sobre la contaminación acústica en Santa Ana.

- a) Entrevistar a las autoridades pertinentes.
 - i) Hacer un listado de personas a entrevistar.
 - ii) Elaborar cuestionario de entrevistas.

4) Analizar la situación actual e identificar las fuentes de ruido.

- a) Visitar la Empresa y realizar mediciones de prueba.
 - i) Elaborar una tabla de chequeo para determinar las áreas donde se requiere un mayor análisis.
- b) Establecer los puntos de muestreo donde se tomarán las mediciones de ruido.
 - i) Marcar en el mapa de la planta las áreas que presentan más exposición al ruido.

5) Realizar mediciones de la intensidad sonora en las Empresas.

- a) Revisar y Calibrar sonómetro.
 - i) Chequear las baterías del sonómetro, verificando que estas se encuentren en perfectas condiciones de operación.
 - ii) Elaborar solicitud de certificado de calibración a Empresa Electro part.
- b) Hacer mediciones de la intensidad del sonido en los puntos antes especificados.
 - i) Colocar el sonómetro en el punto de muestreo apuntando siempre al interior del área de estudio.

- ii) Repetir procedimiento para cada uno de los puntos de muestreo establecidos previamente.
- c) Recopilar datos de las mediciones.
 - i) Elaborar tabla para recolección de datos de las mediciones.

6) Elaborar un mapa de ruido de las Empresas.

- a) Procesar los datos obtenidos en las mediciones.
 - i) Elaborar un grafico de dispersión del comportamiento del sonido en cada punto de muestreo.
 - ii) Sacar el valor promedio de los valores.
- b) Elaborar mapa de ruido.
 - i) Hacer digitalmente a color un mapa que revele el alcance del sonido en cada punto de muestreo y su influencia en el espacio circundante.

7) Hacer propuestas de solución para reducción del ruido.

- a) Analizar los datos obtenidos en las mediciones.
 - i) Hacer un listado de las posibles causas de mayor influencia de ruido
 - ii) Escoger la mejor solución posible, en base a su importancia.

2.3 EMPRESA INDUSTRIAL: IMACASA

2.3.1 Generalidades de la Empresa

Implementos Agrícolas Centroamericanos (IMACASA) se estableció el 12 de marzo de 1964 en la ciudad de Santa Ana, El Salvador y tuvo como accionistas fundadores a Gebr. Weyersberg y la Deutsche Entwicklungsgesellschaft (DEG) de la Republica Federal de Alemania, Adela Investments de Luxemburgo y a un importante grupo de accionistas centroamericanos, principalmente salvadoreños.⁸

En 1987 se dio un cambio en el capital accionario que transformo la estructura orgánica de la empresa que permitió a la administración el diseño de nuevas políticas y estrategias. Se constituyeron a partir de entonces Centros de Distribución propias en Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y rutas comerciales que fueron establecidas para el resto de América.

IMACASA con su excelente calidad en todos los productos y su política comercial enfocada al servicio al cliente ha gozado de gran aceptación y alta demanda en los mercados.

2.3.2 Actividad de la Empresa

La empresa elabora diferentes herramientas de trabajo, entre las cuales están: las palas, los machetes, piochas, hachas, cuchillos, ruedas para labrar la tierra, entre otras.

⁸ Dato obtenido de la página electrónica de la empresa: <http://www.imacasa.com>

Cada herramienta tiene un proceso y línea de ensamblaje diferente, pero para esta investigación, se decidió realizar las mediciones en base a las áreas de producción de la fábrica y no en base al proceso o línea de ensamblaje de un producto únicamente. Todo esto debido a que en el mismo recinto ocurre casi toda la actividad de producción. (Un 90% el otro 10% es en el área de mantenimiento de herramientas y maquinas)

Las áreas están clasificadas de acuerdo a su actividad teniendo como las más significativas en cuando a niveles sonoros las siguientes:

Hornos de revenido

Pulido de machetes

Afilado de machetes

Pulido de herramientas

En base a esta información se determinó asignar los puntos de muestreo a las áreas de mayor interés ya sea por su intensidad sonora o por su ubicación en la planta. Queriendo de esta forma diagnosticar la situación sonora actual de la planta completa, cuando están en funcionamiento las maquinas que tienen mayor contribución al ruido.

En la figura 7 se encuentra el plano de ubicación con los diferentes puntos de muestreo. La actividad que se realiza, así como el numero de maquinas se detalla a continuación.

2.3.2.1 Punto de muestreo 1 denominado: Bodega de producto terminado.

Esta es un área en donde existe una bodega que posee paredes de maya metálica (tipo jaula). Allí se almacenan todos los productos terminados ya listos para su distribución. Este punto de muestreo está ubicado en la entrada de la planta de producción.

2.3.2.2 Punto de muestro 2: Hornos de revenido

En esta sección de la planta hay dos hornos de revenido, en donde se tamborean las herramientas para quitarle las escorias. A un costado de los hornos de revenido se encuentra una caseta de control en donde se lleva un registro de las actividades de la producción.

2.3.2.3 Punto de muestreo 3: Forja de machetes 1

Es esta área hay tres maquinas troqueladoras en donde se troquela la lamina de acero para sacar las piezas que luego serán pulidas y afiladas. Regularmente la actividad para esta área es para la elaboración de machetes.

2.3.2.4 Punto de muestreo 4: Forja de machetes 2

Al igual que el punto de muestreo 2 en esta sección hay tres maquinas troqueladoras, pero están separadas de las tres primeras por su actividad a realizar. Se troquelan piezas más pequeñas que los machetes y se abren los agujeros de las piezas donde irán las cachas de los machetes.

2.3.2.5 Punto de muestreo 5: Tratamiento térmico.

En esta sección de la planta hay una maquina artesanal en donde las piezas son sometidas a altas temperaturas para su temple adecuado. La maquina tiene aproximadamente 6 metros de largo y tiene un motor pequeño que hace girar la banda transportadora de las piezas.

2.3.2.6 Punto de muestreo 6: Pulido de machetes.

En esta área hay nueve maquinas pulidoras las cuales poseen un disco abrasivo de aproximadamente 25 cm de diámetro. Las maquinas son artesanales y poseen un motor que hace girar la faja que a su vez hace girar la rueda abrasiva.

2.3.2.7 Punto de muestreo 7: Afilado de machetes.

Esta sección de la planta está al costado derecho de la sección de pulido de machetes. Hay seis maquinas artesanales que poseen dos discos de pulido. Los discos de pulido tienen un diámetro de 1 metro y son importados. (No son artesanales como en el área de pulido) Cada máquina pose un único motor que acciona los dos discos que están empotrados al mismo eje. Al otro extremo del pasillo (frente a las seis maquinas de afilado) hay 2 maquinas con 4 ruedas de afilado (2 en cada una) accionadas por motores de características similares, que no hacen la misma labor que las 6 maquinas antes mencionadas. Pero el ruido proveniente de ellas contribuye significativamente al punto de muestreo 7 por estar muy cerca de las otras seis maquinas. Se decidió incluirlas en esta sección.

2.3.2.8 Punto de muestreo 8: Lacado.

En esta área de la planta se hace el proceso de lacado que consiste en hacer pasar las herramientas dentro de una pila llena de laca, el propósito es evitar la corrosión temprana de la herramienta. Está ubicada a un costado fuera del recinto principal, sin embargo está conectada con la planta por dos puertas y las paredes tienen orificios por donde el sonido de los procesos circundantes afecta directamente a esta área.

2.3.2.9 Punto de muestreo 9: Empaque 1.

En esta área de la planta se empacan todos los productos terminados, los cuales posteriormente son almacenados en la bodega de productos terminados

2.3.2.10 Punto de muestreo 10: Mantenimiento de maquinas.

Esta área esta fuera de la planta de producción principal. Funciona como un pequeño taller en donde se reparan y se da mantenimiento a las maquinas que se dañan por el uso frecuente.

2.3.2.11 Punto de muestreo 11: Pulido de herramienta.

Las actividades que se realizan en esta área son similares a las del punto de muestreo 6 Pulido de Machetes, con la diferencia que se pule otro tipo de herramientas como las hachas o piochas, y no machetes como en el punto de muestreo 6. Hay seis maquinas que tienen dos discos abrasivos cada una y un solo motor por maquina.

2.3.2.12 Punto de muestreo 12: Recepción.

Esta es un área contigua a la planta que sirve para reportarse antes de entrar a la planta de producción. Aquí se proporciona el equipo adecuado para ingresar a la planta.

2.3.2.13 Punto de muestro 13: Empaque 2.

En esta área se empacan algunos productos distintos a las herramientas tales como las mangueras que son empacadas en esta área, para luego ser almacenadas en la bodega.

2.3.3 Diagnostico Actual de la Empresa

Se realizaron 980 mediciones, como se muestra el detalle en la tabla 1, las horas de las mediciones fueron de 10 AM a 12 PM por ser la franja horaria más representativa para la muestra.

N°	Nombre del punto de Muestreo	Medición 1	Medición 2	Medición 3
1	Bodega de producto terminado	35	--	35
2	Hornos de Revenido	35	35	35
3	Forja de Machetes 1	35	--	35
4	Forja de Machetes 2	35	--	35
5	Tratamiento Térmico	35	--	35
6	Pulido de Machetes	35	35	35
7	Afilado de Machetes	35	35	35
8	Enlacado de Machetes	35	--	35
9	Empacado de Machetes	35	--	35
10	Mantenimiento de Maquinas	35	--	35
11	Pulido de herramientas	35	35	35
12	Recepción	35	--	--
13	Empaque 2	--	--	35

TABLA 1. DETALLE DEL NÚMERO DE MEDICIONES REALIZADAS EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN IMACASA

Se realizaron tres visitas técnicas en las cuales se tomaron 35 mediciones de la presión sonora (ver tabla 1) en cada punto de muestreo, previamente escogidos en concordancia con la gerencia de control de calidad de la empresa.

El número de mediciones se determinó mediante el proceso de medir durante un lapso de tres minutos el ruido proveniente de determinada fuente, dejando un lapso entre cada medición de aproximadamente 5 segundos, esto dio un promedio de 35 mediciones.

En los datos, gráficos y tablas que se presentaran a continuación se llamará MEDICION 1 al conjunto de mediciones obtenidas en la visita 1; MEDICION 2 al conjunto de mediciones obtenidas en la visita 2; y MEDICION 3 al conjunto de mediciones obtenidas en la visita 3.

En la MEDICION 2 solamente se tomaron mediciones en los puntos de muestreo que presentaron mayor nivel de presión sonora en la MEDICION 1. También se tomó en cuenta la actividad que se realiza en el lugar del proceso, si dicha actividad permanece constante. Esto se realizó con el propósito de verificar que los niveles de presión sonora anteriormente obtenidos se mantenían similares, a pesar de haber transcurrido un mes aproximadamente entre cada medición.

La MEDICIÓN 3 se realizó con el propósito de verificar que todas las mediciones obtenidas en las dos anteriores, aun presentaban similares niveles, esto fue debido a que hubo un lapso de aproximadamente 4 meses en los cuales se suspendió temporalmente la investigación.

En la MEDICIÓN 3 se agregó un punto de muestreo más, que no había sido incluido en la primera medición. El punto de muestreo que se agregó fue el número 13 denominado "Empaque 2", en donde se empacan diferentes implementos que la fábrica elabora (en el momento de la medición se empacaban mangueras). Se hicieron mediciones en este nuevo punto de muestreo, para sustentar las propuestas sugeridas para el punto de muestreo 9, "Empaque de Machetes" en el cual se realiza una actividad similar.

La ubicación de cada punto de muestreo se detalla en la figura 7 en donde se ilustra una parte del plano de la empresa IMACASA, con el fin de tener un panorama

más claro de las ubicaciones de los puntos de muestreo y compararlos con los niveles obtenidos y sus posibles razones, cuando estos sean altos por la transmisión directa del ruido proveniente de un área circundante y no por la actividad que se origina en el punto de muestro.

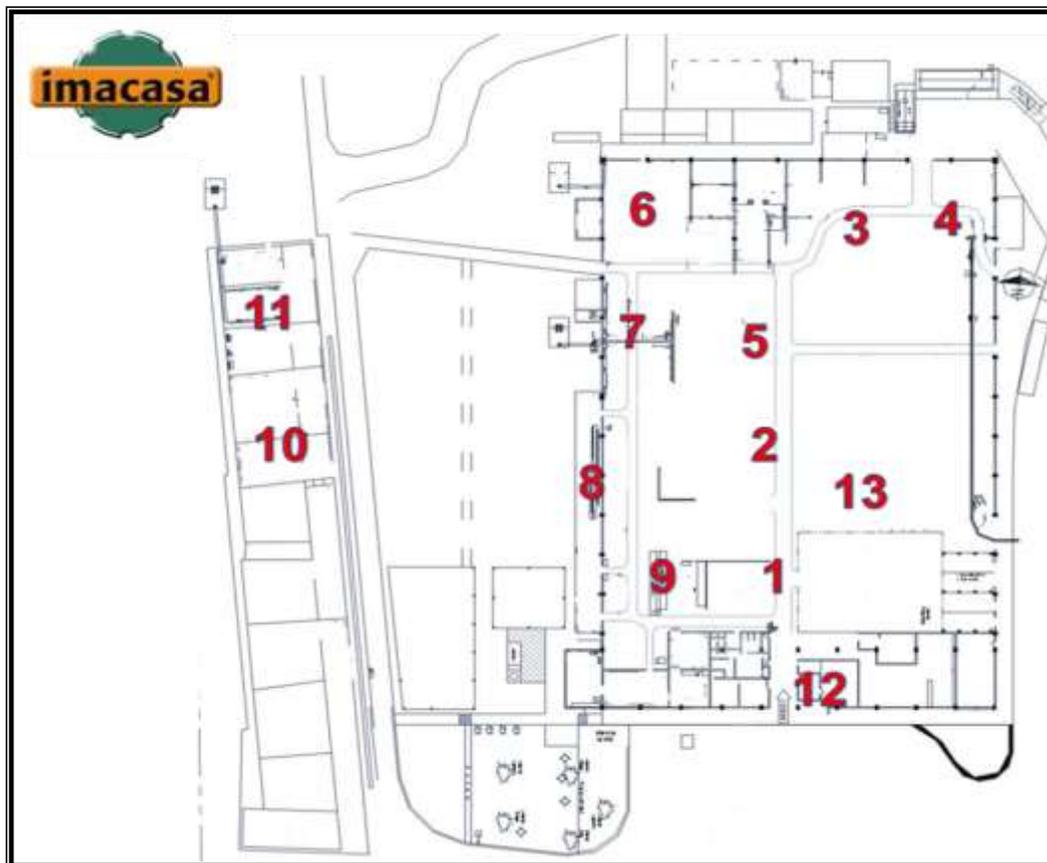


Fig. 7 Ubicación de los puntos de muestreo en el mapa de ubicación (sin escala).

A continuación también se detallarán los resultados obtenidos en los diferentes puntos de muestreo con sus debidos gráficos de dispersión, niveles máximos, promedios y porcentajes de la dosis del ruido.

En los gráficos siguientes la línea roja representará las variaciones obtenidas en las mediciones de los puntos de muestreo, la línea verde representará el número de decibeles máximo (85dbA) sugeridos por El Instituto Nacional para la Seguridad y

Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), La Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la gran mayoría de organizaciones que han realizado estudios (responsables) sobre el efecto de la presión sonora en la salud auditiva del ser humano, y la línea azul, representará el nivel máximo (80dbA) permitido –para el sector industrial– por el Ministerio de Trabajo en El Salvador.

El procedimiento que se siguió para obtener los datos, mediante formulas y sus respectivas abreviaciones se explicará en el primer punto de muestreo y en los siguientes puntos de muestreo solamente se incluirán los datos obtenidos sin su respectivo desarrollo.

PUNTO DE MUESTREO 1 BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

En esta Área de la Empresa se almacenan los diferentes productos que ya han sido supervisados por el departamento de calidad.

Valor Máximo Obtenido en la Medición1: 87.2 db (MM1)

Valor Promedio de las Medicion1: 79.8 db (PM1)

Definiéndose la **Dosis porcentual de ruido** como:

$$D = \frac{E}{Eo} 100 \quad (\%)$$

Donde Eo es la dosis de referencia, correspondiente a un nivel sonoro equivalente de 85 dBA.

$$D=79.8 \text{ dbA}/85\text{dbA} *100\%$$

$$D=93.88\%$$

Para calcular el porcentaje excedente se le restará el 100% a la Dosis porcentual obtenida

$$DE= D-100\%$$

$$DE = 93.88\% -100\% = -6.12 \%$$

Si el valor DE resultare negativo indicará que los niveles de ruido actuales están por debajo del nivel permisible (85 dbA) para la buena salud auditiva del trabajador, si el valor resultare positivo se pondrá en color rojo para alertar que se debe estudiar atentamente la fuente de ruido y proponer las posibles soluciones para reducir el ruido en esa área. Entre mayor sea DE más inmediata tendrá que ser la intervención de la empresa para reducir el ruido.

PUNTO DE MUESTREO 1 BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

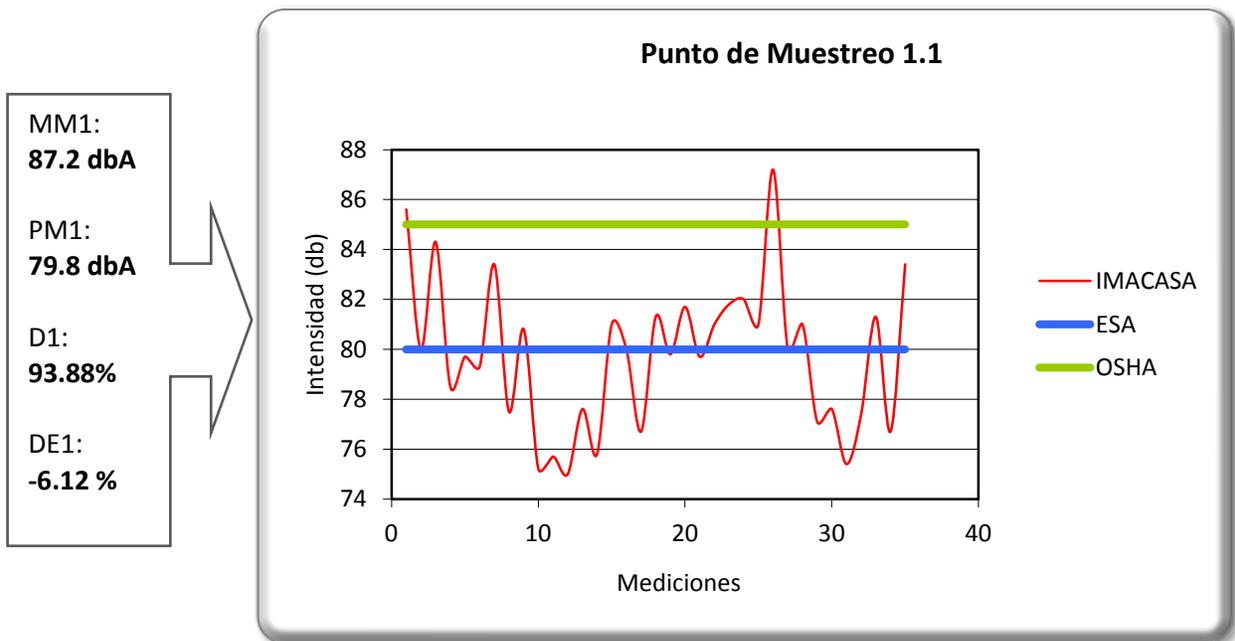


Grafico. 1 Mediciones en el punto de muestreo 1 en la primera visita técnica

MM3:
86.4 dbA

PM3:
77.1 dbA

D3:
90.70%

DE3:
-9.29 %

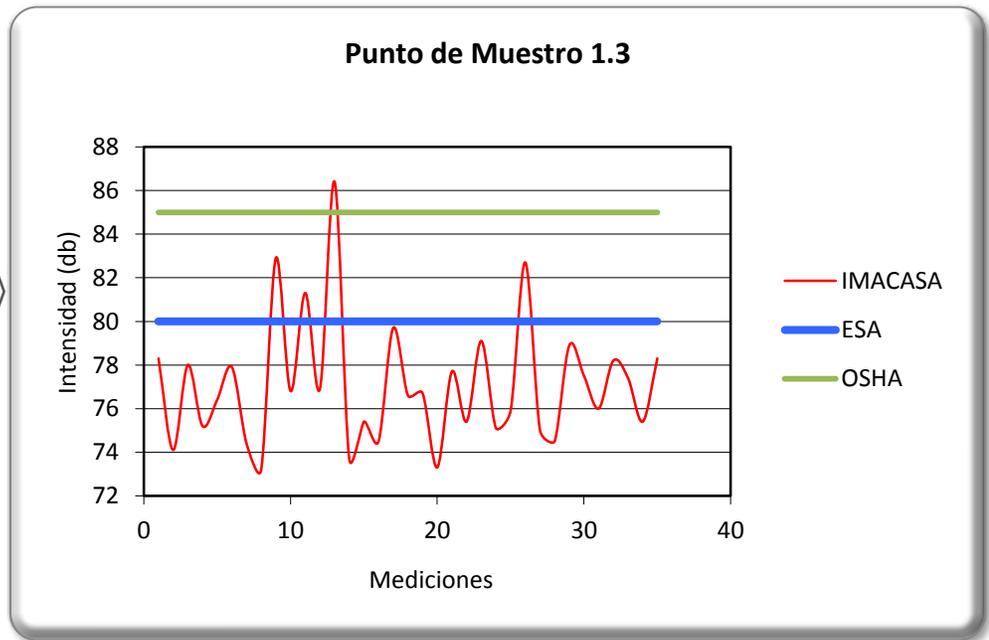


Grafico 2. Mediciones en el punto de muestreo 1 en la tercera visita técnica

PUNTO DE MUESTREO 2 HORNOS DE REVENIDO

MM1:
97.1 dbA

PM1:
93.3 dbA

D1:
109.76%

DE1:
9.76%

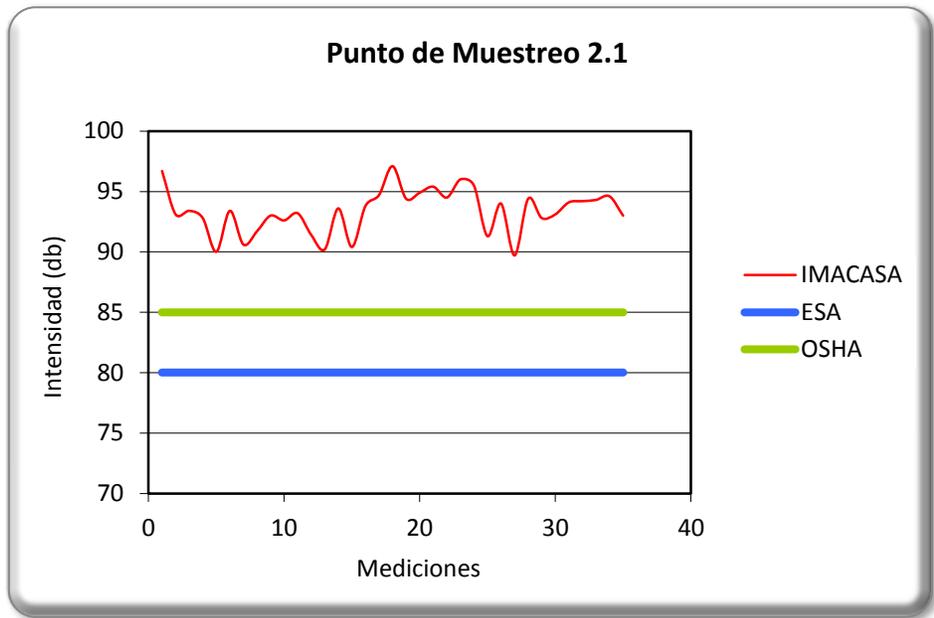


Grafico 3 Mediciones en el punto de muestreo 2 en la primera visita técnica

MM2:
107.3 dbA

PM2:
100.3 dbA

D2:
118%

DE2:
18%

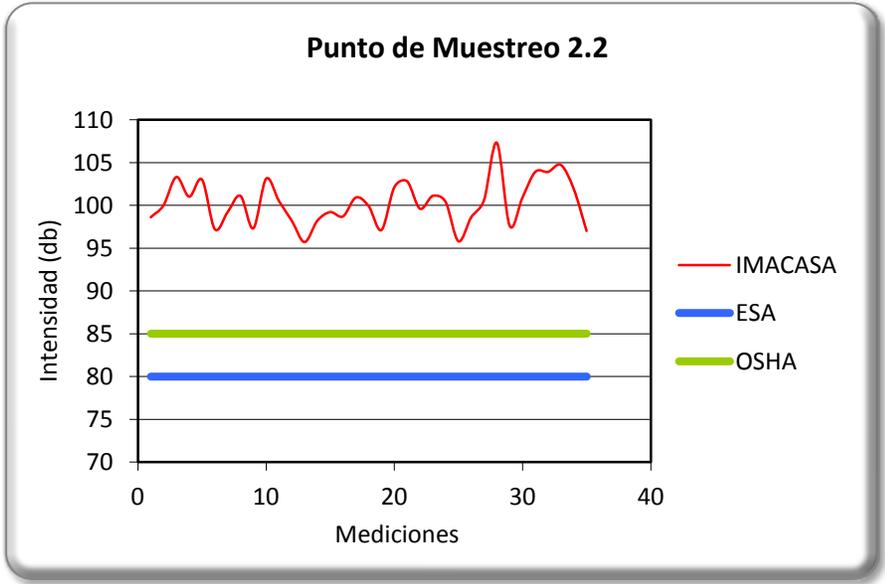


Grafico 4 Mediciones en el punto de muestreo 2 en la segunda visita técnica

MM3:
87 dbA

PM3:
83.1 dbA

D3:
102.4%

DE3:
2.4%

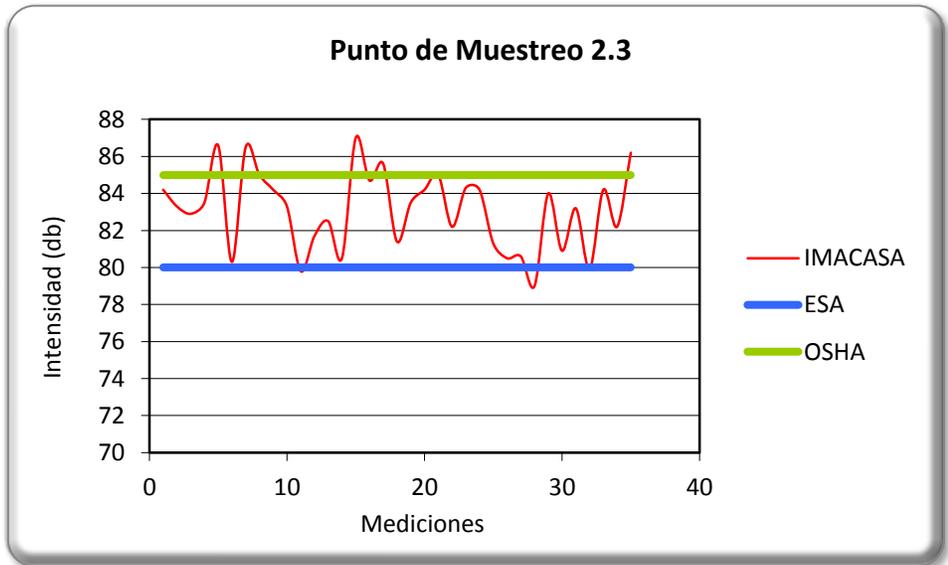


Grafico 5 Mediciones en el punto de muestreo 2 en la tercera visita técnica

PUNTO DE MUESTREO 3 FORJA DE MACHETES 1

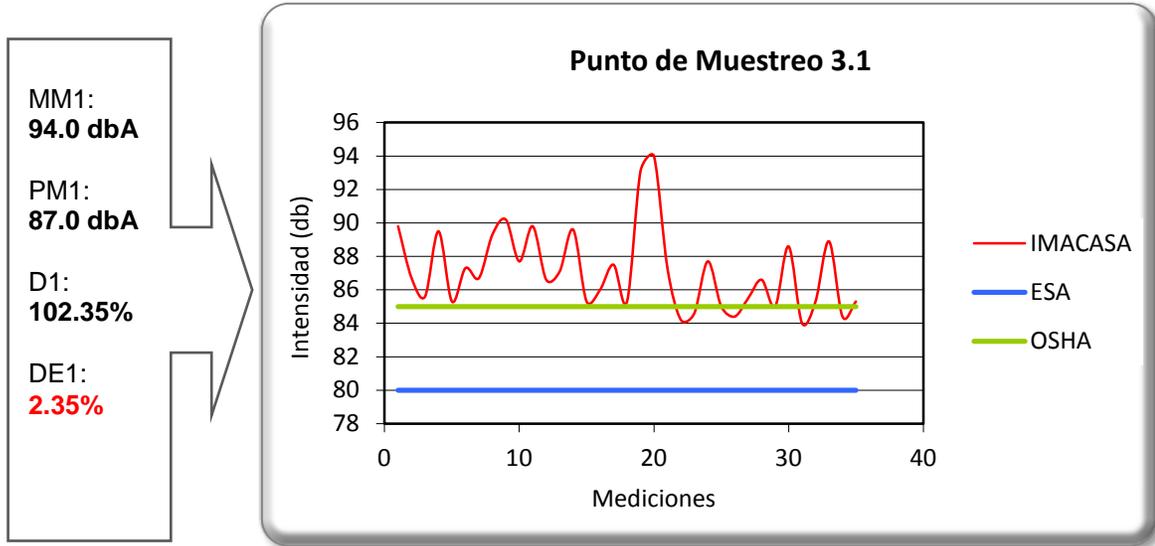


Grafico 6. Mediciones en el punto de muestreo 3 en la primera visita técnica

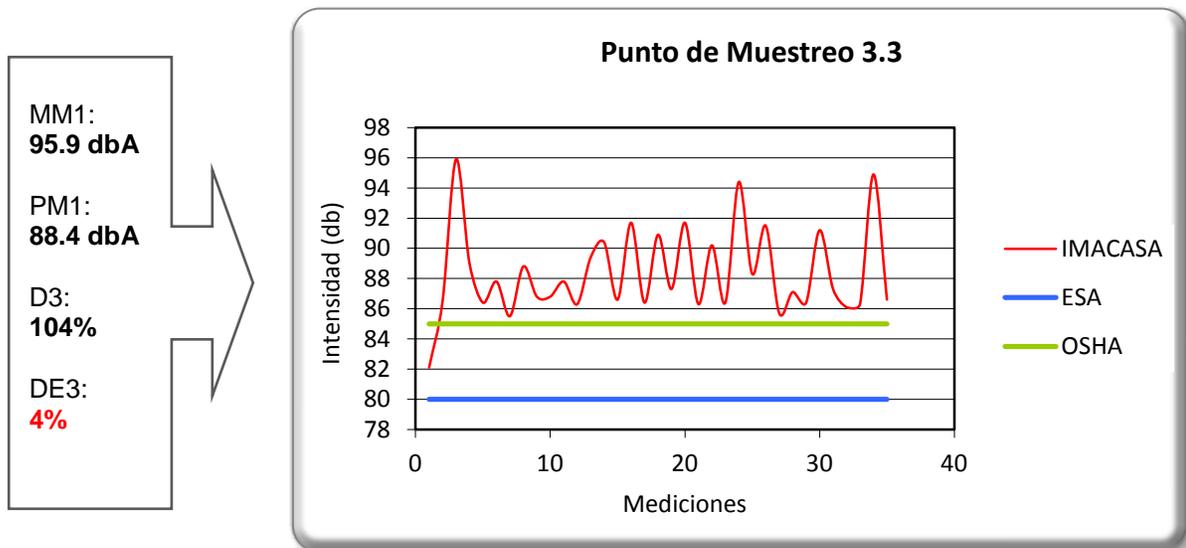


Grafico 7. Mediciones en el punto de muestreo 3 en la tercera visita técnica

PUNTO DE MUESTREO 4 FORJA DE MACHETES 2

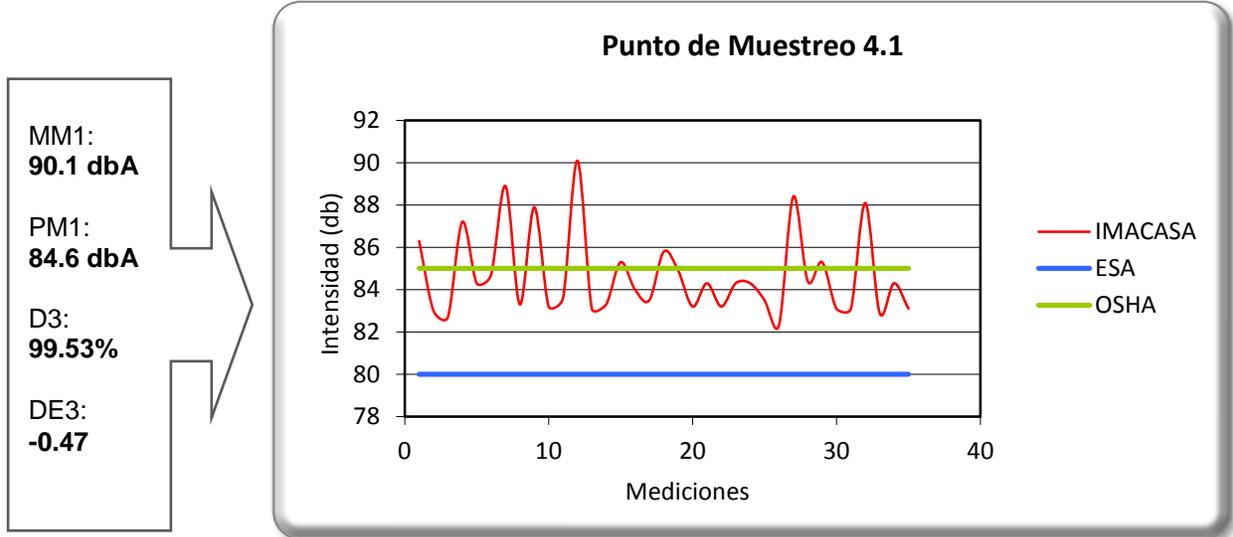


Grafico 8. Mediciones en el punto de muestreo 4 en la primera visita técnica

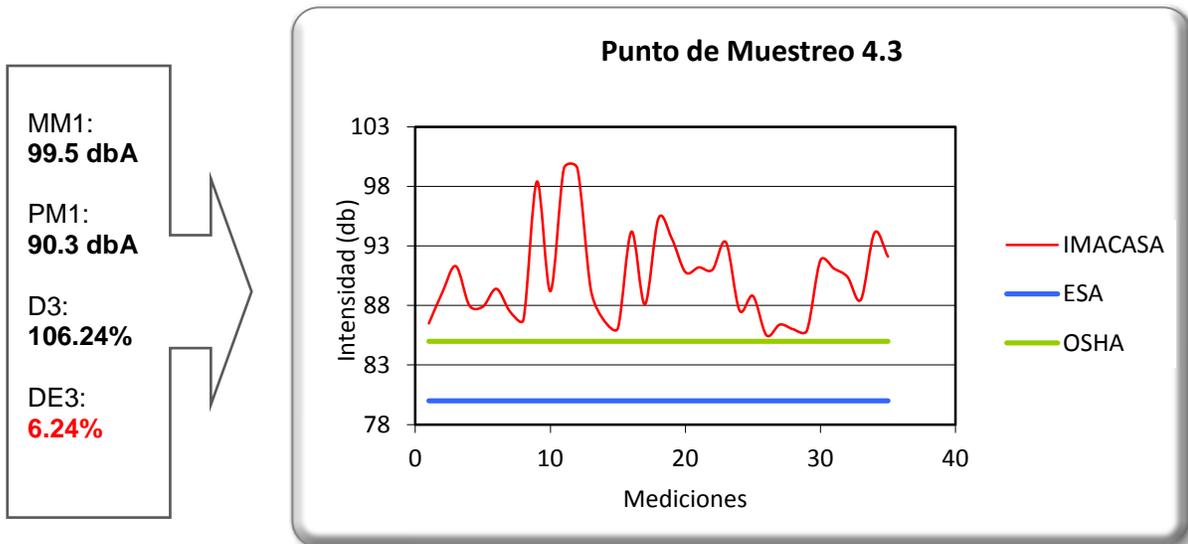


Grafico 9. Mediciones en el punto de muestreo 4 en la tercera visita técnica

PUNTO DE MUESTREO 5 TRATAMIENTO TÉRMICO

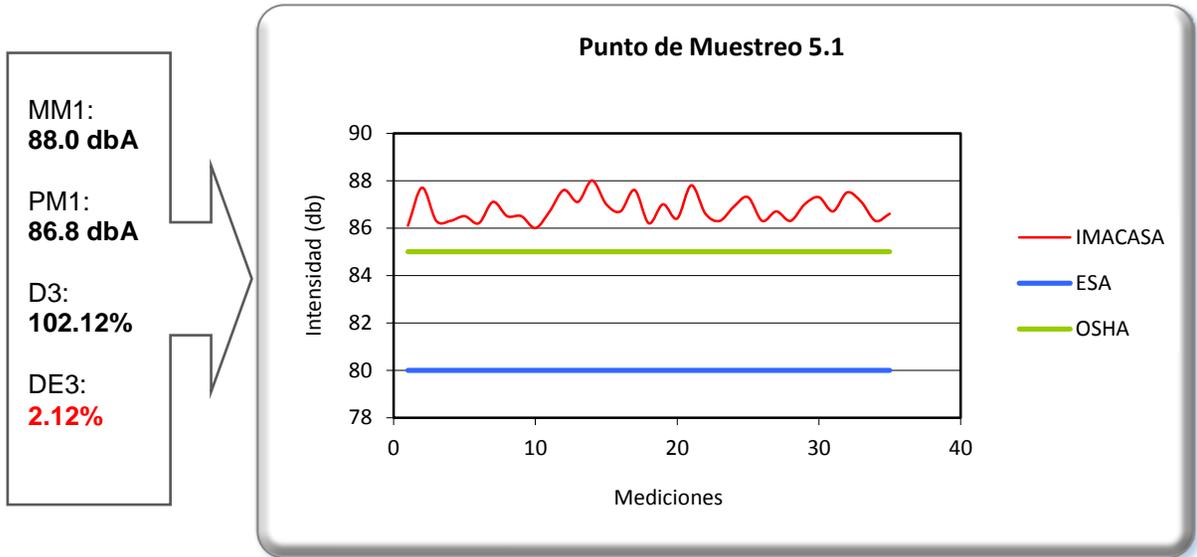


Grafico 10. Mediciones en el punto de muestreo 5 en la primera visita técnica.

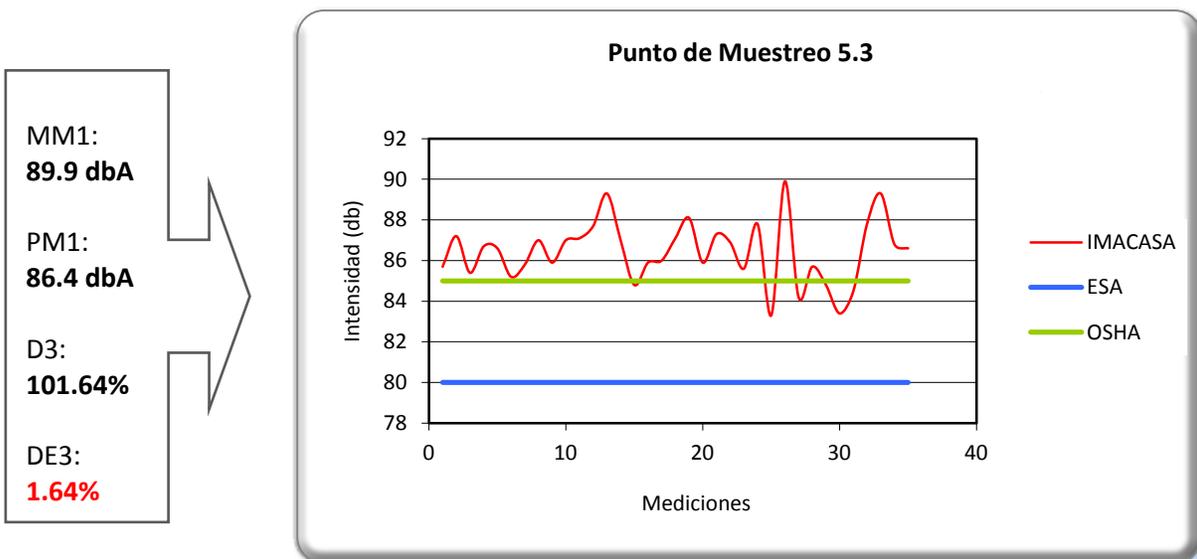


Grafico 11. Mediciones en el punto de muestreo 5 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 6 PULIDO DE MACHETES

MM1:
93.8 dbA

PM1:
91.2 dbA

D3:
107.29%

DE3:
7.29%

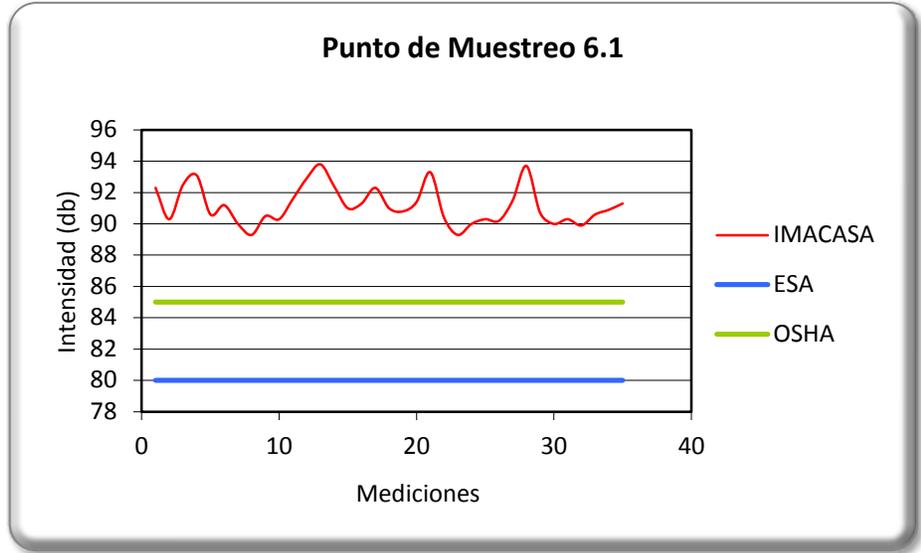


Grafico 12. Mediciones en el punto de muestreo 6 en la primera visita técnica.

MM1:
98.3 dbA

PM1:
94.5 dbA

D3:
111.18%

DE3:
11.18%

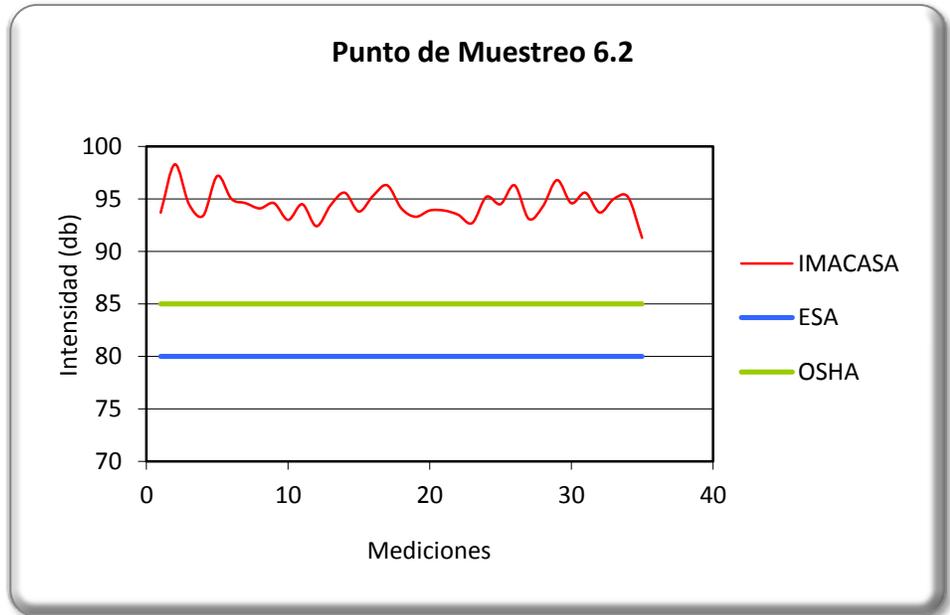


Grafico 13. Mediciones en el punto de muestreo 6 en la segunda visita técnica.

MM1:
92.4 dbA

PM1:
90.6 dbA

D3:
106.59%

DE3:
6.59%

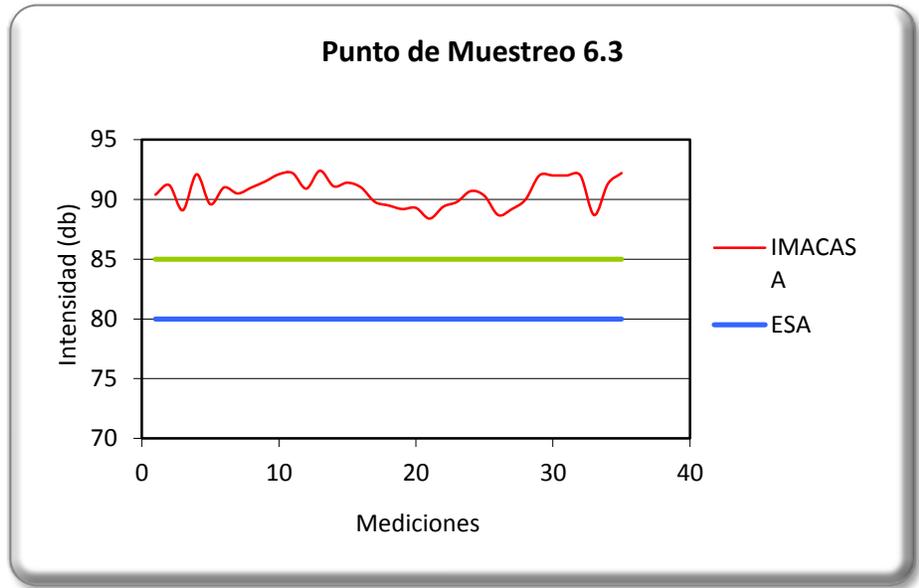


Grafico 14. Mediciones en el punto de muestreo 6 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 7 AFILADO DE MACHETES

MM1:
98.7 dbA

PM1:
94.3 dbA

D3:
110.94%

DE3:
10.94%

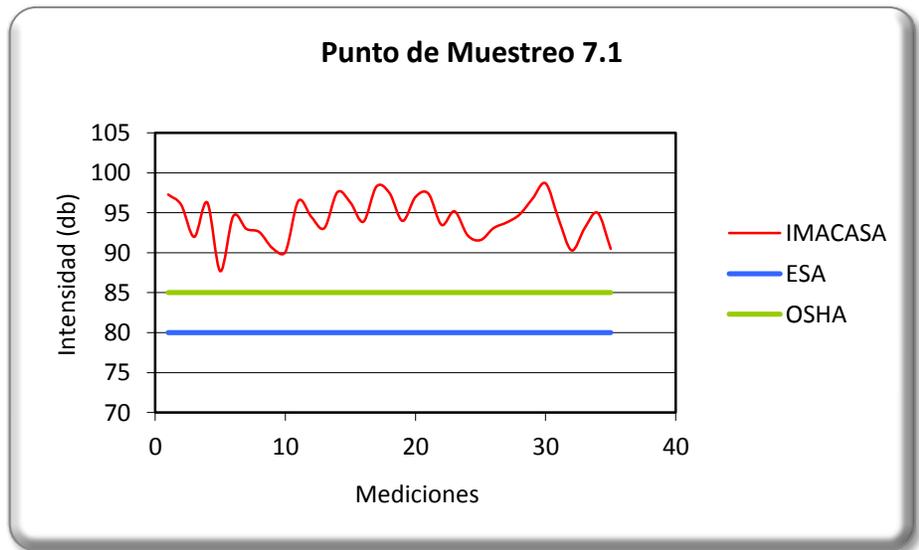


Grafico 15 Mediciones en el punto de muestreo 7 en la primera visita técnica.

MM1:
100.7 dbA

PM1:
94.9 dbA

D3:
111.64%

DE3:
11.64%

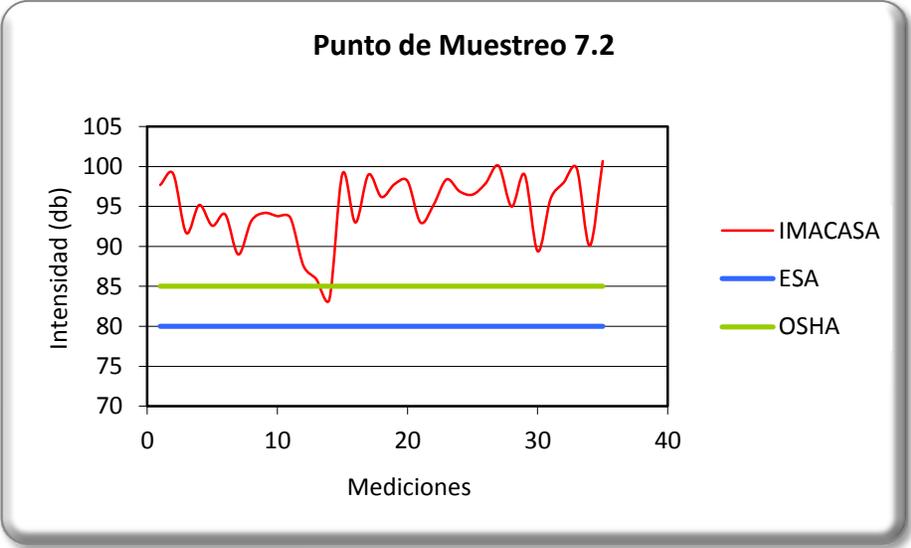


Grafico 16 Mediciones en el punto de muestreo 7 en la segunda visita técnica.

MM1:
103.3 dbA

PM1:
96.3 dbA

D3:
113.29%

DE3:
13.29%

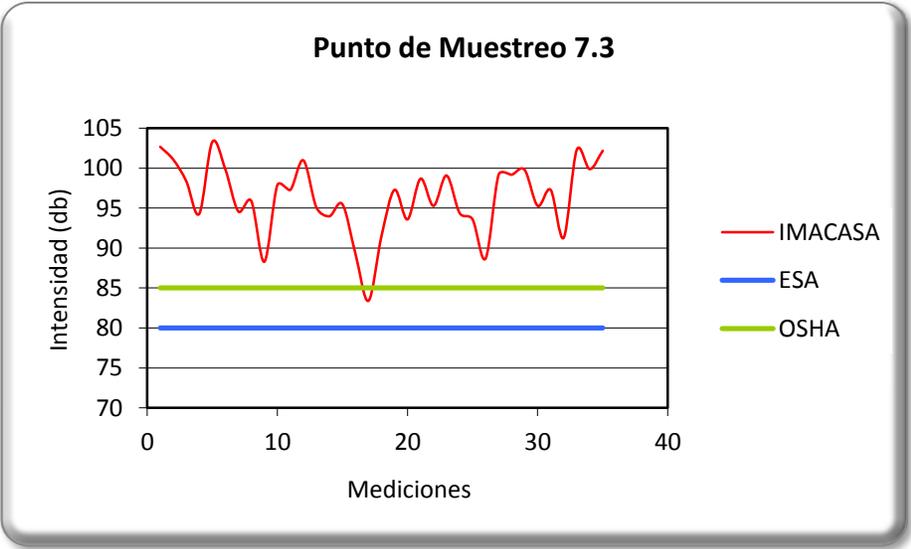


Grafico 17 Mediciones en el punto de muestreo 7 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 8 LACADO

MM1:
86.0 dbA

PM1:
80.8 dbA

D3:
95.06%

DE3:
-4.94%

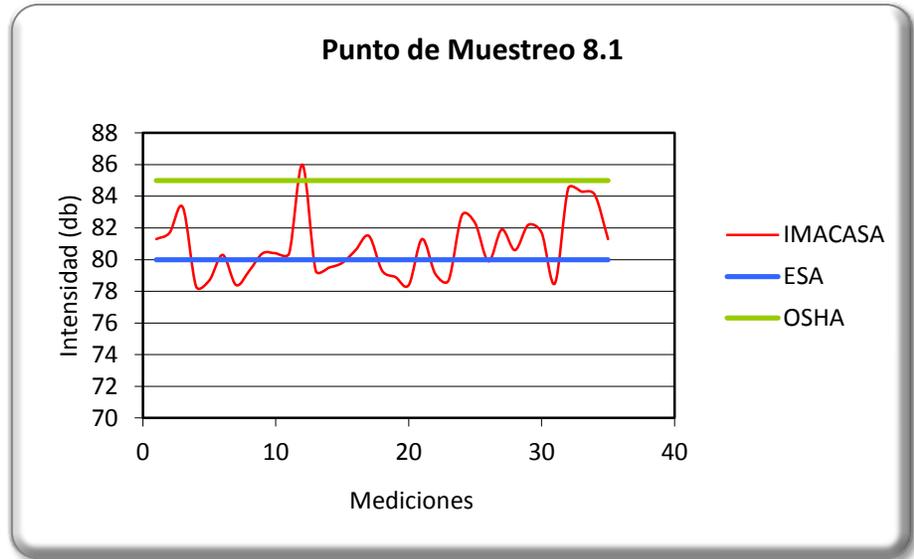


Grafico 18 Mediciones en el punto de muestreo 8 en la primera visita técnica.

MM1:
93.3 dbA

PM1:
85.8 dbA

D3:
100.94%

DE3:
0.94%

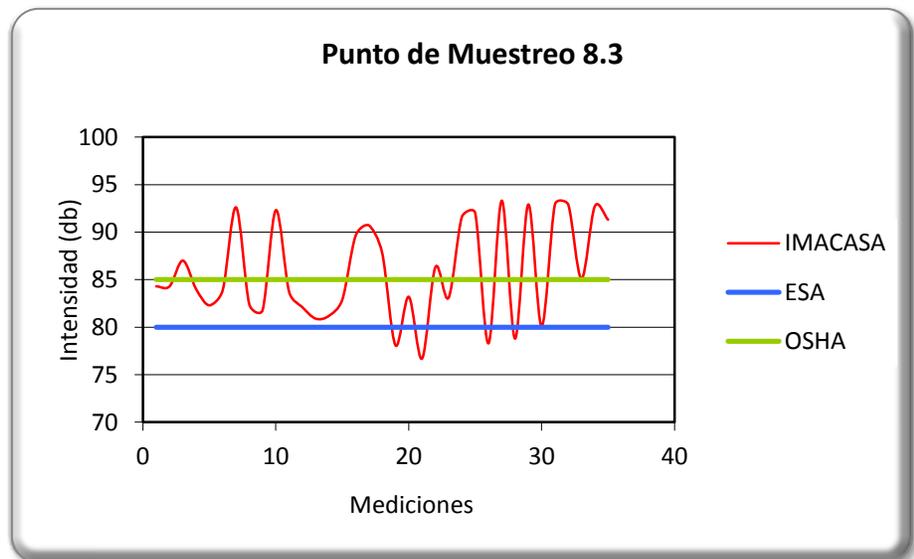


Grafico 19 Mediciones en el punto de muestreo 8 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 9 EMPAQUE

MM1:
84.4 dbA

PM1:
80.4 dbA

D3:
94.59%

DE3:
-5.41%

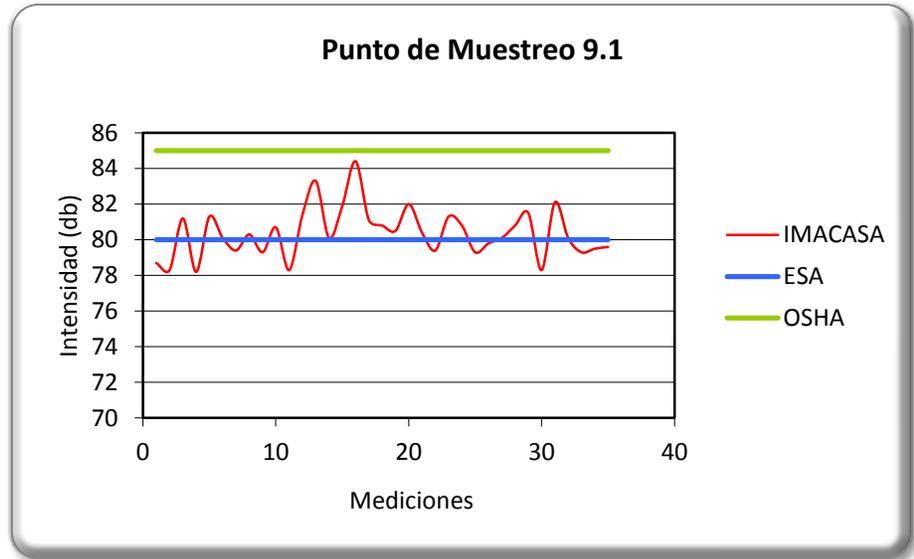


Grafico 20 Mediciones en el punto de muestreo 9 en la primera visita técnica.

MM3:
84.6 dbA

PM3:
79.9 dbA

D3:
94%

DE3:
-6%

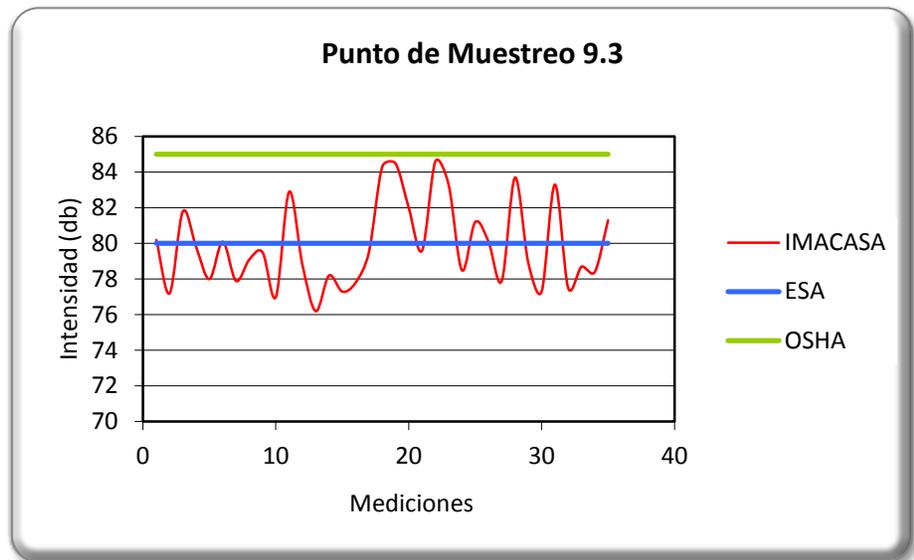


Grafico 21 Mediciones en el punto de muestreo 9 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 10 MANTENIMIENTO DE MAQUINAS

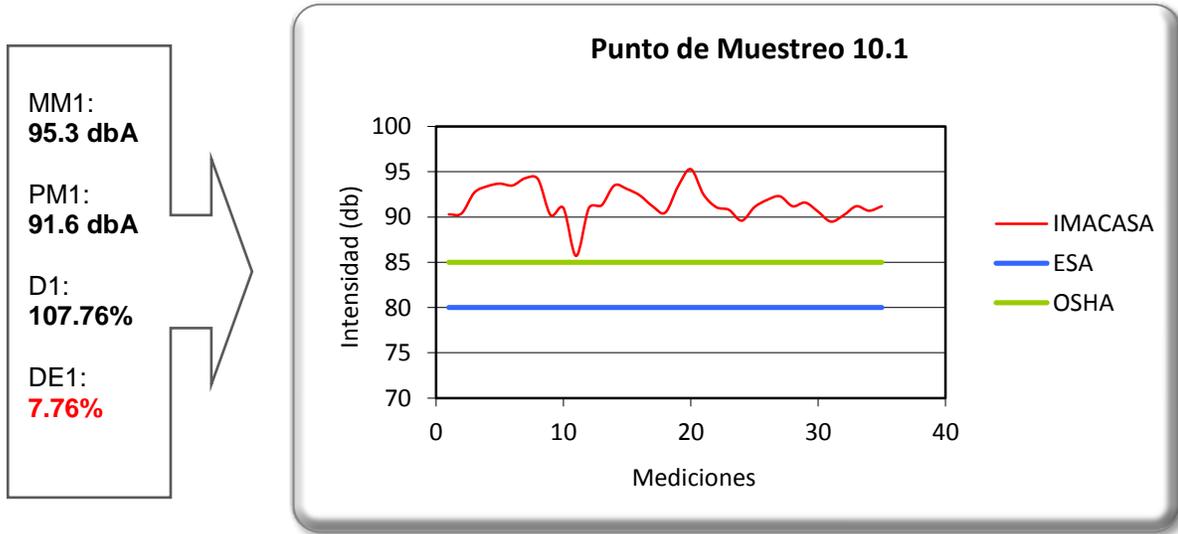


Grafico 22 Mediciones en el punto de muestreo 10 en la primera visita técnica.

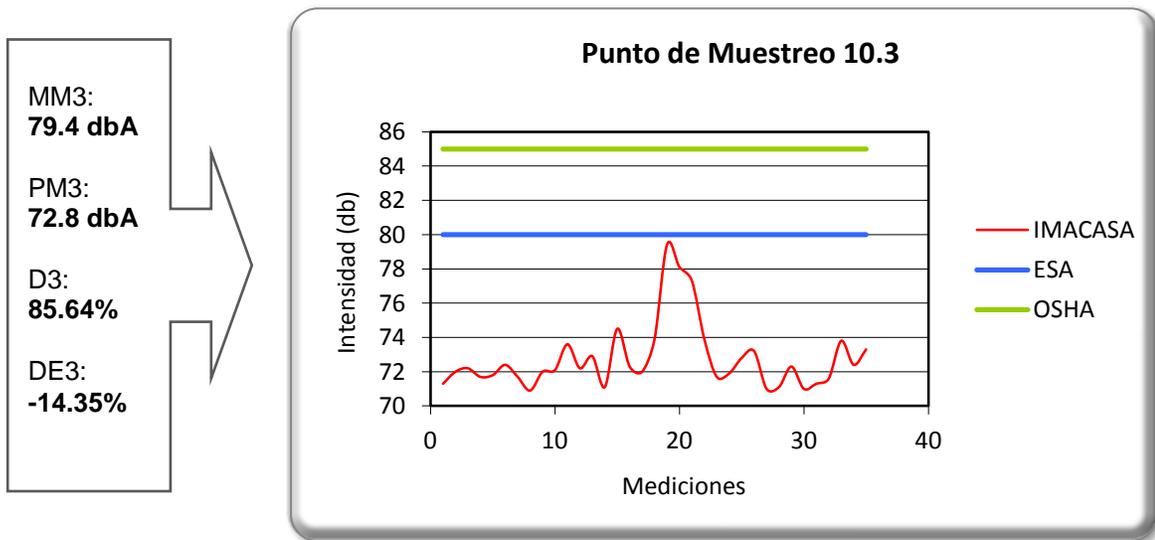


Grafico 23 Mediciones en el punto de muestreo 10 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 11 AFILADO DE HERRAMIENTAS

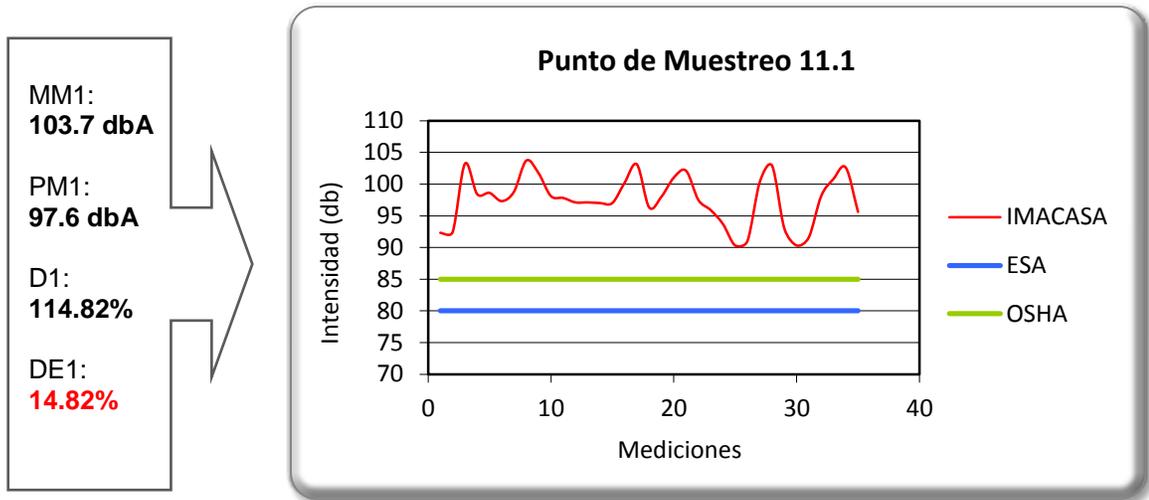


Grafico 24 Mediciones en el punto de muestreo 11 en la primera visita técnica.

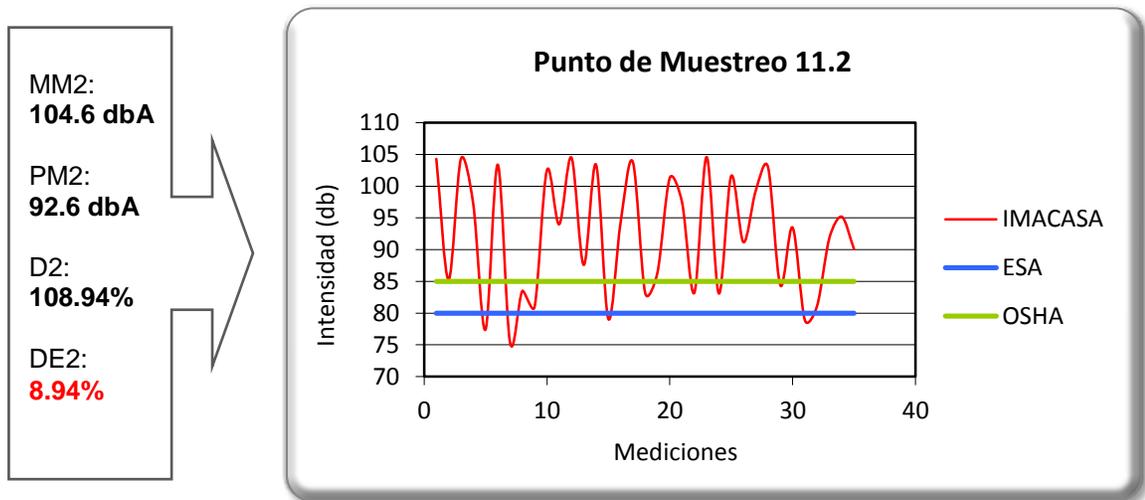


Grafico 25 Mediciones en el punto de muestreo 11 en la segunda visita técnica.

MM3:
98.3 dbA

PM3:
88.9 dbA

D3:
104.58%

DE3:
4.58%

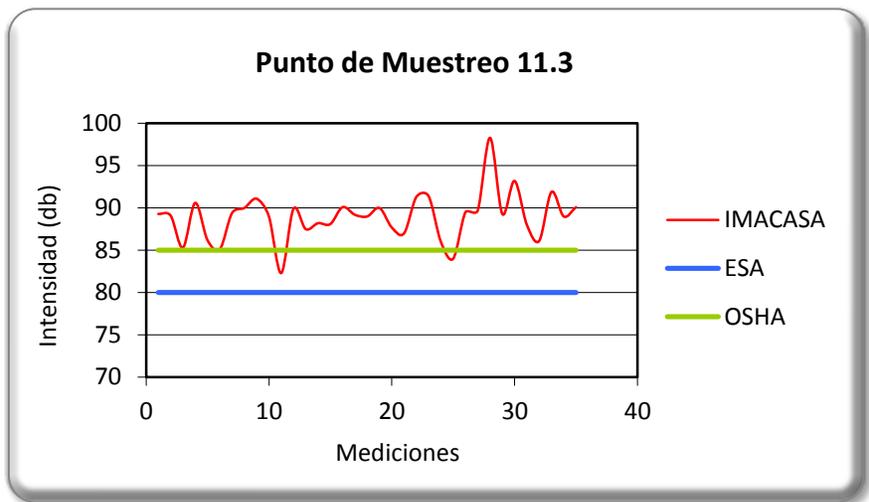


Grafico 26 Mediciones en el punto de muestreo 11 en la tercera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 12 OFICINAS-RECEPCIÓN

MM1:
59.1 dbA

PM1:
53.9 dbA

D1:
63.41%

DE1:
-36.58%

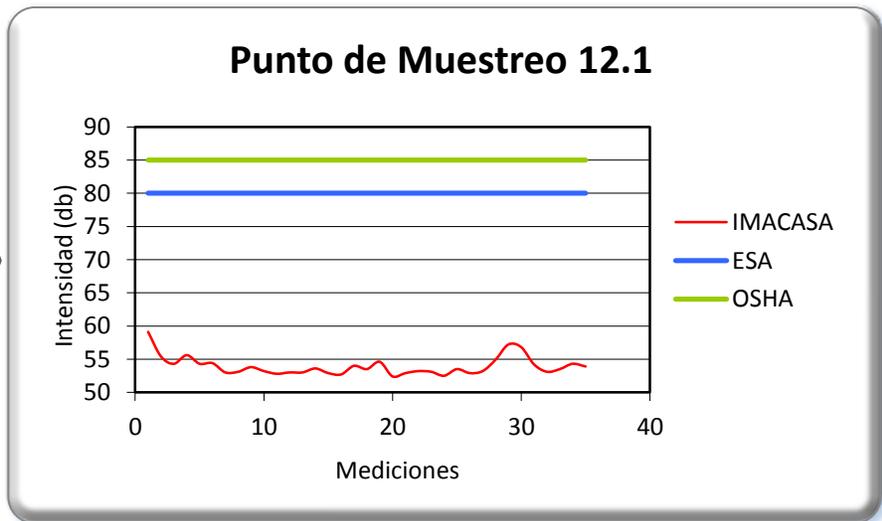


Grafico 27 Mediciones en el punto de muestreo 12 en la primera visita técnica.

PUNTO DE MUESTREO 13 EMPAQUE 2

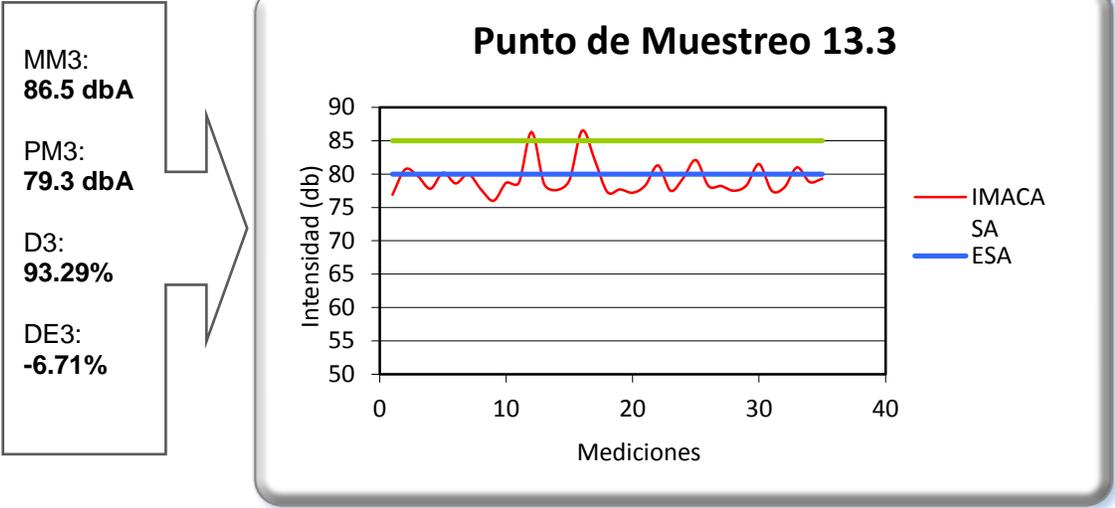


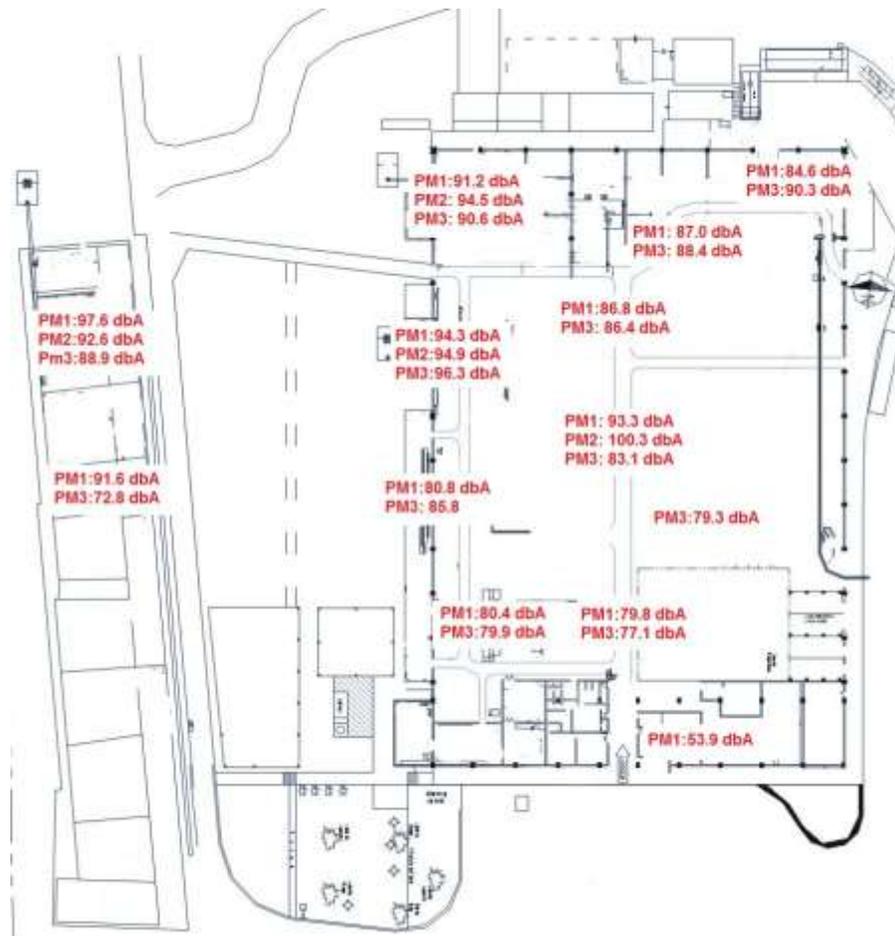
Grafico 28 Mediciones en el punto de muestreo 13 en la primera visita técnica.

2.3.4 RESULTADO FINAL DE LA OBTENCION DE DATOS EN LA EMPRESA IMACASA

TABLA N°2. NUMERO DE MAQUINAS EN FUNCIONAMIENTO A LA HORA DE LAS MEDICIONES

No	Nombre del punto de muestreo	No de maquinas en uso			Observaciones
		M1	M2	M3	
1	Bodega de productos terminados	-	-	-	Especie de jaula con malla metálica.
2	Hornos de revenido	1/2	1/2	0/2	El piso presentaba vibraciones, existe una caseta de control a un lado del área.
3	Forja de Machetes	2/3	-	1/3	Las maquinas troqueladoras presentan un sonido intermitente aproximadamente cada 10 segundos
4	Forja de Machetes	2/3		2/3	2 maquinas troqueladoras en funcionamiento
5	Tratamiento Térmico	1/1	1/1	1/1	Maquina donde se pasan las piezas a través de un horno de 6 mts aprox. de longitud.
6	Pulido de Machetes	6/9	6/9	4/9	9 maquinas con motores individuales
7	Afilado de Machetes	5/12 3/4	8/12 0/4	5/12 3/4	12 maquinas afiladoras, dos por cada motor, al otro lado del pasillo hay cuatro maquinas pulidoras que hacen operaciones menores.
8	Lacado	1/1		1/1	Emanación de olores (solventes, laca, pintura)
9	Empaque				5 ventiladores sobre el área, el techo esta a 25 mts aprox. sobre el suelo
10	Mantenimiento de Maquinas				3 personas trabajando, dos de ellas con pulidoras de mano, una calibrando pieza en prensa de mesa.
11	Pulido de Implementos	6/6	5/6	3/6	6 maquinas, el piso presenta vibraciones.

MAPA N°1. MAPA DE NIVELES DE RUIDO DE LA EMPRESA IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DE CENTROAMÉRICA



Mapa de niveles de Ruido de la Planta de la empresa implementos Agrícolas Centroamericanos IMACASA



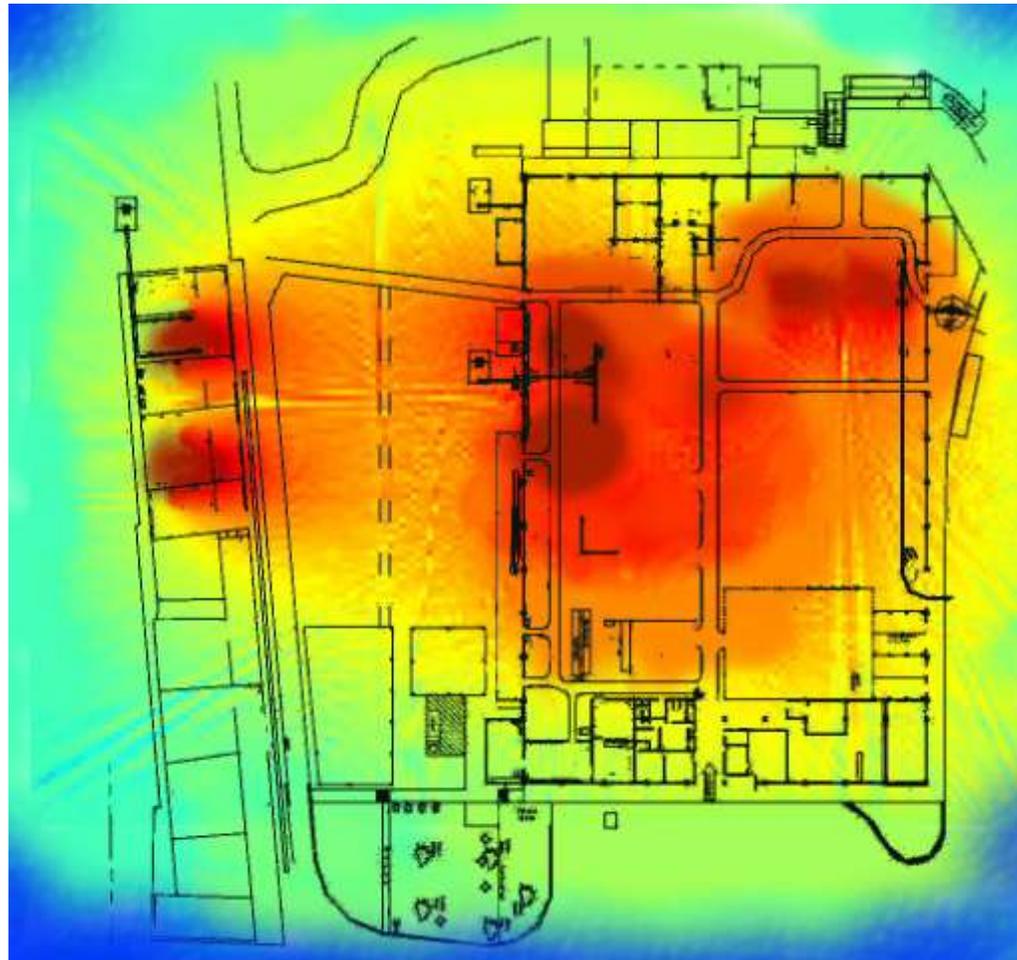
PM1: Promedio de mediciones obtenidos en la primera medición.
PM2: Promedio de mediciones obtenidos en la segunda medición.
PM3: promedio de mediciones obtenido en la tercera medición.

MRIM1

0 10 20 30 40 50 60



MAPA N°2. MAPA DE RUIDO DE LA EMPRESA IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DE CENTROAMÉRICA

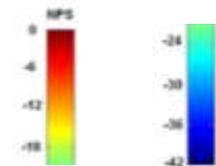


Mapa de Ruido de la Planta de la empresa implementos
Agrícolas Centroamericanos IMACASA



MRIM2

0 10 20 30 40 50 60



2.3.5 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO

El siguiente grafico detalla los niveles de presión sonora establecidos en las 3 mediciones y su relación con los niveles máximos.

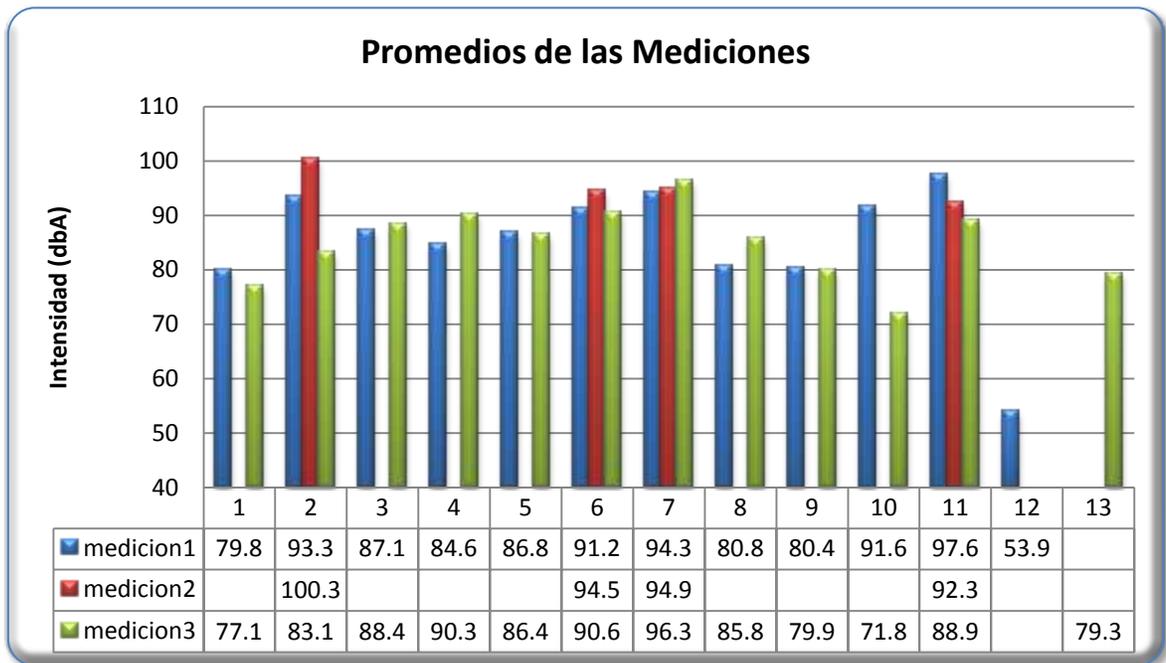


Grafico 29 Diagnostico final de IMACASA, niveles de presión sonora.

Observaciones:

- ✓ De los doce puntos de muestreo solamente dos (M1 y M12) no sobrepasan el nivel de intensidad (80 dbA) establecido por el Ministerio de Trabajo de El Salvador (MIT). Aun así los trabajadores en estos dos puntos de muestreo están constantemente expuestos a las ondas sonoras irradiadas por las

demás áreas en estudio. (Este dato únicamente servirá para la empresa si desea cumplir con el reglamento del MIT, en esta investigación solo se tuvo en cuenta el nivel máximo permisible para la salud auditiva del trabajador, que es 85dbA)

- ✓ Los Puntos de muestreo 2, 6, 7, 10, y 11 sobrepasaron los 90 dbA y necesitan intervención inmediata para reducir el nivel de presión sonora. El nivel excesivo en estos puntos se debe generalmente a la fricción del metal con la maquina involucrada y no por el ruido que la maquina produce. La falta de intervención de parte de la empresa en estudio afectará al trabajador involucrado a mediano plazo ya que a pesar que utiliza protección auditiva, no evita la exposición de este a las ondas sonoras.
- ✓ El piso en el punto de muestreo 2 “Hornos de Revenido” presentaba vibraciones y se percibía en el aire un olor fuerte a solvente.
- ✓ En el punto de muestreo 3 “Forja de Machetes” hay maquinas troqueladoras que presentan un sonido intermitente de impacto aproximadamente cada 10 segundos.
- ✓ En el punto de muestreo 6 “pulido de Machetes” habían 9 maquinas pulidoras pero en el momento de la obtención de datos solamente 6 maquinas estaban en funcionamiento en M1, seis maquinas en M2 y 4 máquinas en M3. (ver tabla 2)

- ✓ En el punto de muestreo 7 “Afilado de machetes” habían 10 maquinas afiladoras en un extremo del pasillo, y 4 maquinas al otro extremo del pasillo. No todas las maquinas estaban en funcionamiento. (ver tabla 2)

- ✓ En el punto de Muestreo 10 “Mantenimiento de Maquinas” habían 3 personas trabajando, en la primera medición de las cuales dos personas usaban pulidoras de mano y una persona calibraba una pieza en una prensa de mesa.

- ✓ El punto de muestreo con mas nivel de ruido es el número 11 que corresponde al lugar nombrado “Afilado de Herramientas” con un nivel de presión sonora de 97.6 dbA. Cuando se realizó la medición 1 estaban todas las maquinas en funcionamiento (7 maquinas con ruedas de afilado), el piso presentaba vibraciones.

2.4 EMPRESA COMERCIAL: OMNI MUSIC

2.4.1 Generalidades de la Empresa

Omni Music es una empresa comercial que se dedica a la compra venta de aparatos electrónicos, es representante y distribuidores de las Marcas Más Famosas, tales como: Roland - Fender - Yamaha - Ovation - Tascam - ErnieBall - Marshall SP Sound Power - MAudio - Boss - Jackson - EV - Pearl - Bosch Audio Technica.

Además de la distribución de aparatos electrónicos también tiene una amplia gama de accesorios para instrumentos musicales, además de contar con diversos instrumentos musicales (no electrónicos) de diferentes marcas.

Entre sus logros esta el diseño y puesta en marcha del sistema de sonido que cuenta la Asamblea Legislativa que es uno de los mejores de Latinoamérica, varios países han venido ya a comprobar su funcionalidad para aplicarlo en sus asambleas.

Cuenta con sucursales en los siguientes lugares:

Sucursal Escalón

75 Avenida Norte y Alameda Juan Pablo II #4010 San Salvador

Tels.: (503) 2263-0788 | 2262-0676

Sucursal Centro

3a Calle Poniente y 7a Avenida Norte #308 San Salvador

Tels.: (503) 2271-1777 | 2222-2111

Sucursal Santa Ana

Edificio Kattan, Local #8

Tels.: (503) 2448-3131 | 2448-0030

Sucursal Sonsonate

Calle a Acajutla #15 Reparto Inclán, Bock A Sonsonate

El Salvador.

Tels.: (503) 2450-4040 | 2450-4545

2.4.2 Diagnostico Actual de la Empresa

Las mediciones se realizaron en la sala de ventas de la Sucursal en Santa Ana ubicada en la dirección ya antes especificada.

Se realizaron 210 mediciones, 35 mediciones por cada punto de muestreo, las horas de las mediciones fueron de 5 PM a 6 PM. Se tomaron datos de dos ubicaciones diferentes para cada equipo, de la siguiente forma:

1- En la fuente

Se colocó el sonómetro en un pedestal a un metro de distancia de las bocinas (habían dos bocinas conectadas al amplificador de potencia) y se tomaron las mediciones mientras sonaba –a la máxima potencia– un disco compacto, de música de prueba, proporcionado por los vendedores de la sala de ventas.

2- En el lugar de trabajo de Gerente de la sala de venta

Se hicieron mediciones en el lugar de trabajo de la Gerente, debido a que está dentro de la sala de venta pero con una cabina abierta por la parte superior, para determinar la influencia del sonido en esa área.

Se escogieron 6 puntos de muestreo, de la siguiente forma:

TABLA 3. DETALLE DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS PARA LA MEDICION

Punto de muestreo	Observación
Punto de muestreo 1	<i>JBL JRX 100 curva de ponderación A (fuente)</i>
Punto de muestreo 2	<i>JBL JRX 100 curva de ponderación C (fuente)</i>
Punto de muestreo 3	<i>JBL JRX 100 curva de ponderación A (gerente)</i>
Punto de muestreo 4	<i>JBL JRX 100 curva de ponderación C (gerente)</i>
Punto de muestreo 5	200W-8OHM curva de ponderación A (fuente)
Punto de muestreo 6	200W-8OHM curva de ponderación A (gerente)

MEDICIONES EN LA SALA DE VENTA

Del total de mediciones, 140 se realizaron cuando estaba en funcionamiento el siguiente equipo, que es el de mayor potencia (a la fecha en que se realizó la medición) en la sala de ventas:

AMPLIFICADOR DE POTENCIA YAMAHA P7000S

Especificaciones Técnicas:

1KHz, 20mS non clip 2Ω/STEREO 1600W+1600W

S/N ratio DIN AUDIO 104dB

BOCINA DE DOS VÍAS JBL JRX100

Especificaciones técnicas:

Frequency Range (-10 dB): 36 Hz - 16 kHz

Frequency Response (± 3 dB): 45 Hz - 12 kHz

Sensitivity (1w/1m): 100 dB SPL

Nominal Impedance: 4 ohms

Power Capacity: 500 watts

Peak Power Capacity: 2000 watts

Maximum SPL: 133 dB

Crossover Frequency: 2 kHz

La ubicación de cada punto de muestreo se detalla en la figura 8, en donde se ilustra una parte del plano del edificio en donde está la sala de ventas de la empresa OMNI MUSIC, con el fin de tener un panorama más claro de las ubicaciones de los puntos de muestreo y compararlos con los niveles obtenidos y sus posibles razones, cuando estos sean altos por la transmisión directa del ruido proveniente de un área circundante y no por la actividad que se origina en el punto de muestro.

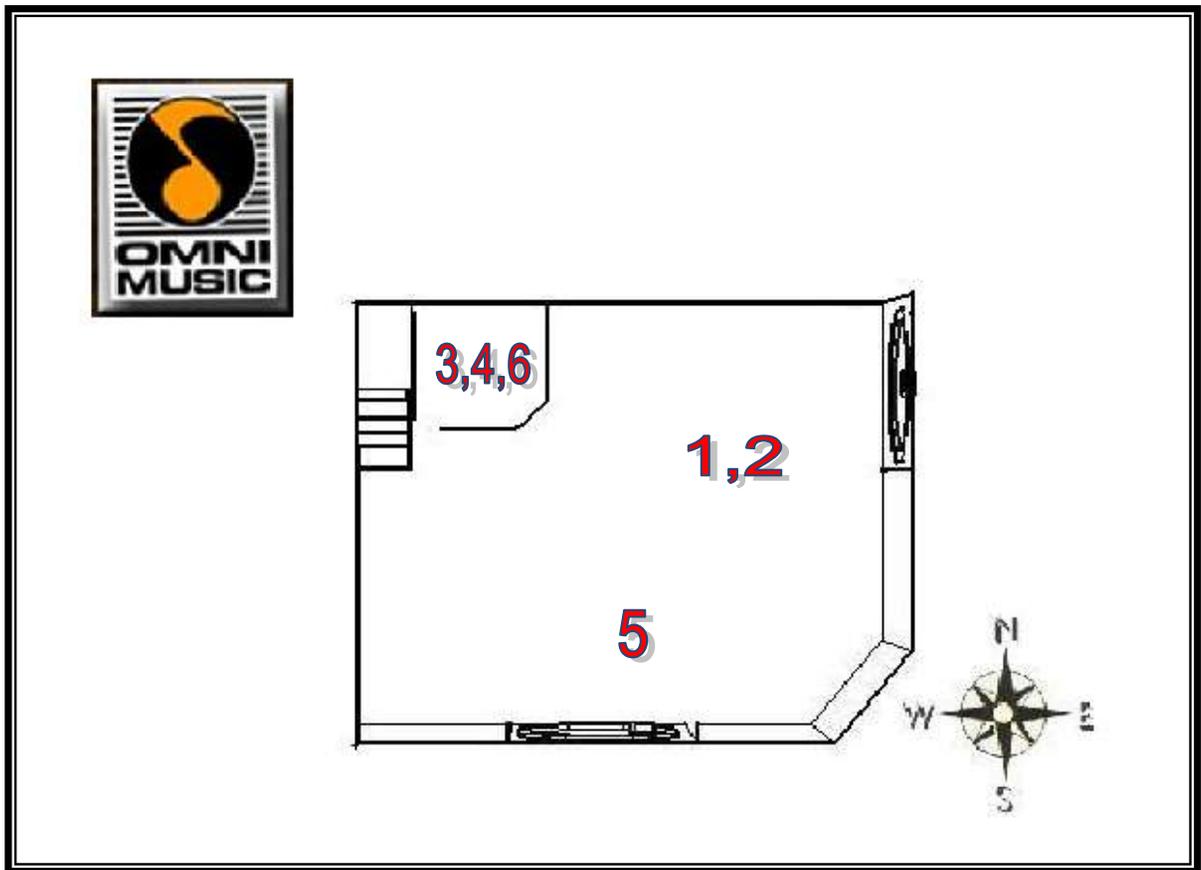


Figura. 8 Ubicación de los puntos de muestreo en el mapa de ubicación (sin escala) de la sala de ventas

MEDICIONES JBL JRX 100

Las mediciones con este tipo de equipo se realizaron en dos puntos de muestreo y con dos curvas de ponderación (A y C) por ser un sonido musical –el utilizado en la prueba– con muchas bajas frecuencias.

MEDICIONES EN LA FUENTE JBL JRX 100

Curva de ponderación A

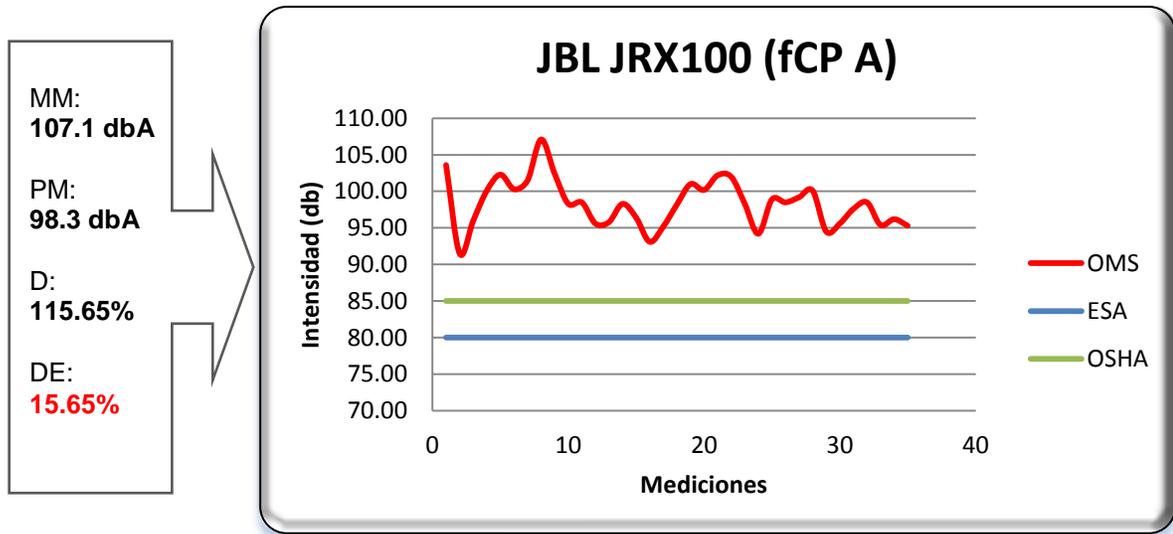


Grafico. 30 Mediciones en la sala de ventas JBL JRX100

Observaciones: En todas las mediciones con este tipo de equipo, la música no tenía un volumen constante, y se percibía en el cuerpo el golpe de la onda sonora de baja frecuencia

Curva de ponderación C

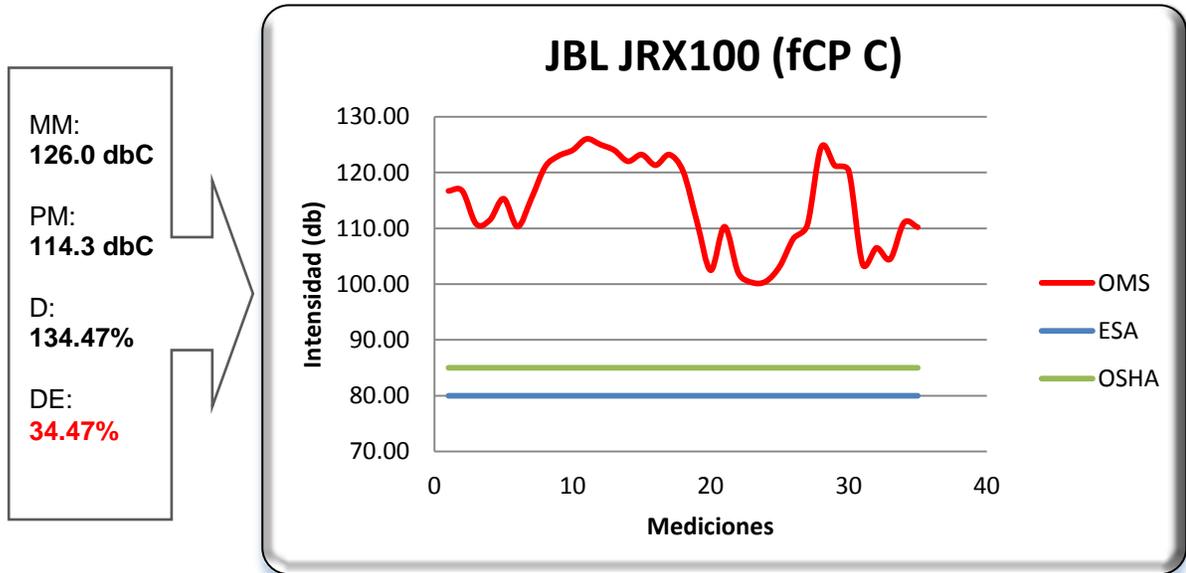


Grafico. 31 Mediciones con el equipo JBL JRX100 en funcionamiento, curva de ponderación C

MEDICIONES PUESTO DE TRABAJO DE GERENTE JBL JRX 100

Curva de ponderación A

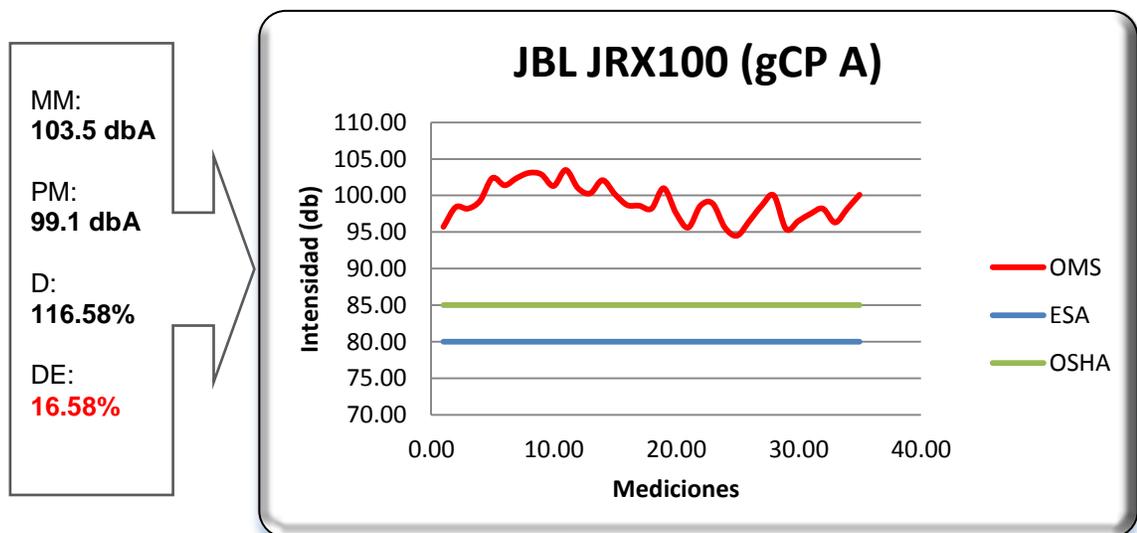


Grafico. 32 Mediciones con el equipo JBL JRX100 en funcionamiento, curva de ponderación A

Curva de ponderación C

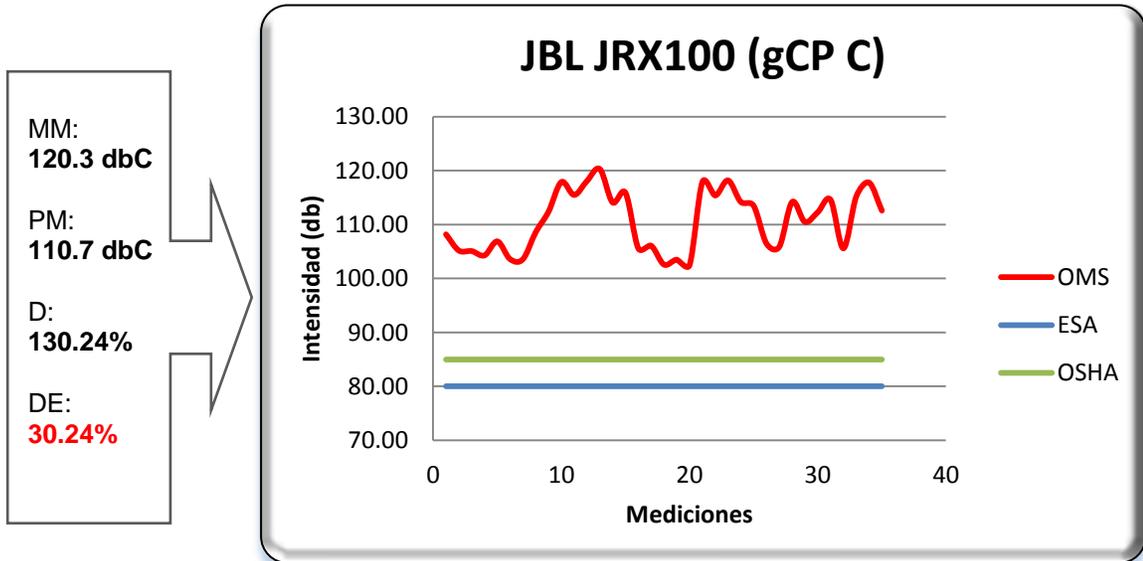


Grafico. 33 Mediciones con el equipo JBL JRX100 en funcionamiento, curva de ponderación C

MEDICIONES 200W-8OHM

Las 70 mediciones restantes se realizaron mientras estaba en funcionamiento un amplificador de potencia de 200 watts con resistencia de 8 ohm, las bocinas que se utilizaron fueron de 8 ohm y de 100 watts cada una.

Las mediciones con este tipo de equipo se realizaron en dos puntos de muestreo y con una curva de ponderación (A) por ser un sonido musical que no posee muchas bajas frecuencias.

En cada lugar se tomaron 35 mediciones para cada curva de ponderación, dando un total de 70 mediciones con el funcionamiento de este tipo de equipo.

MEDICIONES EN LA FUENTE 200W-8OHM

Curva de ponderación A

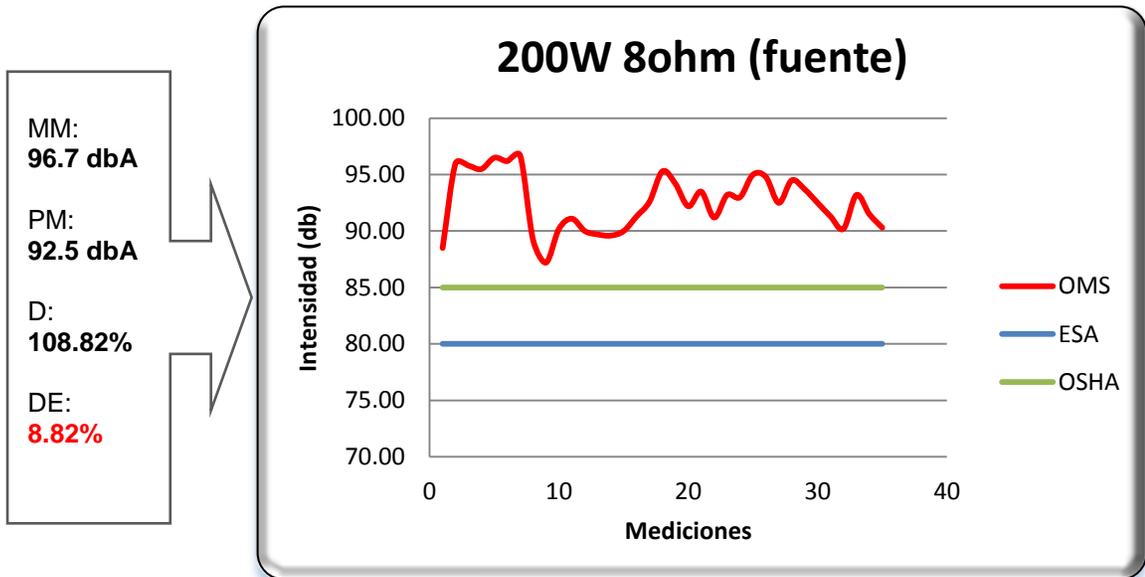


Grafico. 34 Mediciones con el equipo 200W 8 ohm en funcionamiento

MEDICIONES PUESTO DE TRABAJO DE GERENTE 200W-8OHM

Curva de ponderación A

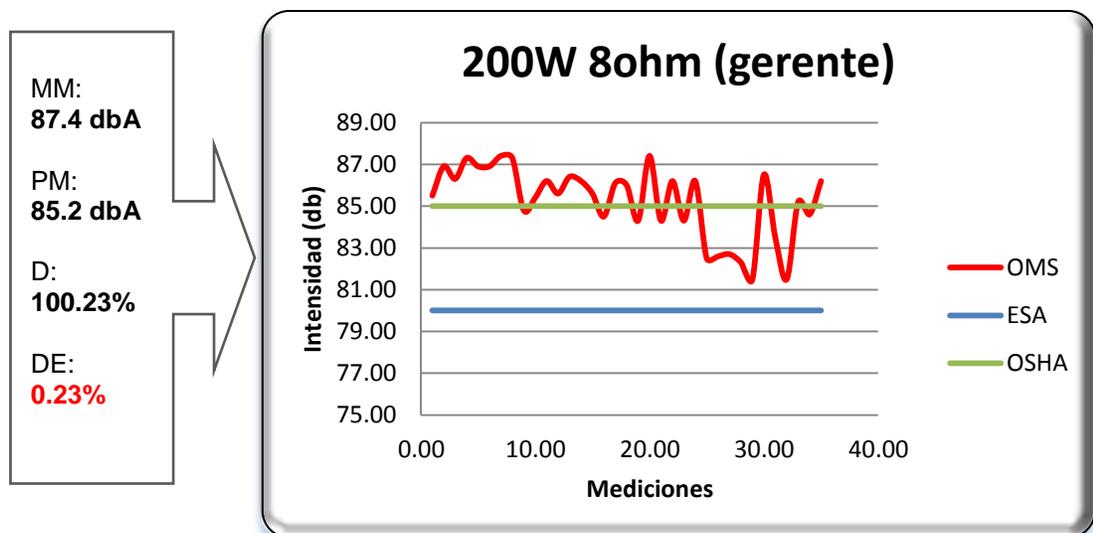
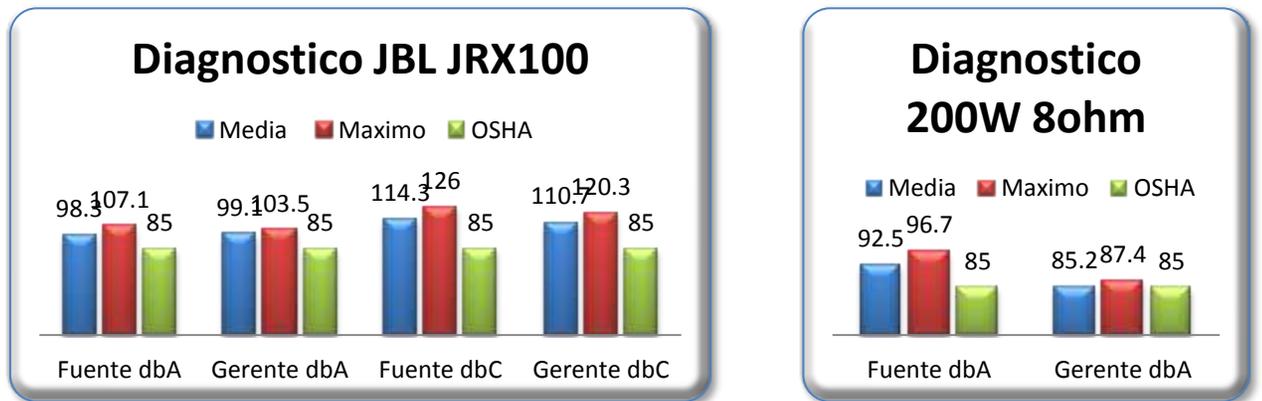


Grafico. 35 Mediciones con el equipo 200W 8 ohm en funcionamiento

2.4.3 DIAGNOSTICO FINAL OMNI MUSIC

Las mediciones se realizaron en la sala de ventas de la Sucursal en Santa Ana ubicada en la dirección ya antes especificada.

Se realizaron 210 mediciones, 35 mediciones por cada punto de muestreo, las horas de las mediciones fueron de 5 PM a 6 PM a continuación se detallan los resultados obtenidos en los diferentes puntos de muestreo.



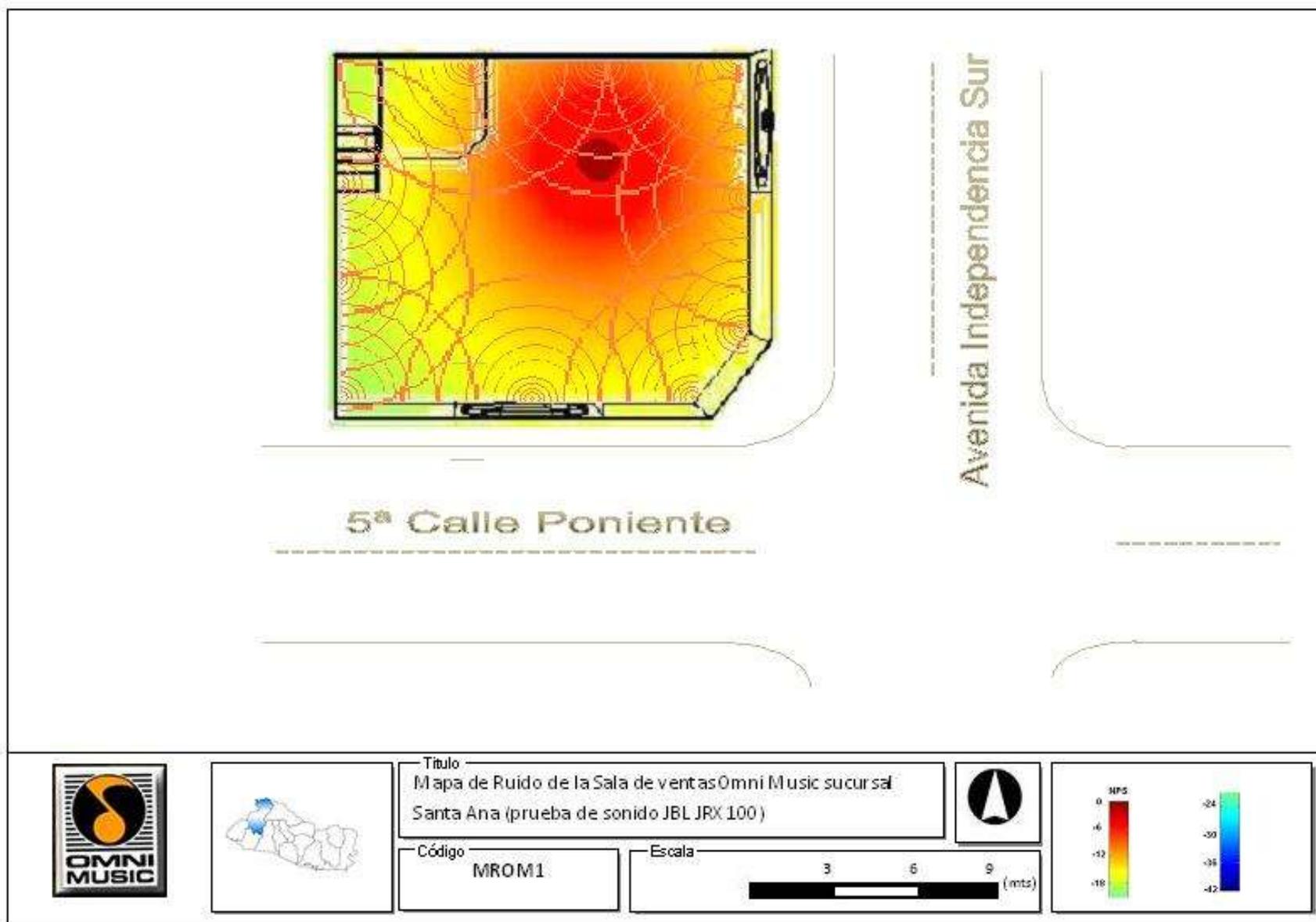
Gráficos 36 y 37: Diagnostico con el equipo JBL JRX100 y 200w80ohm en funcionamiento

Observaciones:

- ✓ Todas las pruebas realizadas en la sala de ventas Omni Music fueron superiores al nivel máximo permitido por las organizaciones internacionales (85db). Sin embargo, las pruebas de sonido realizadas tienen una duración de un máximo de 5 minutos y ocurren con una frecuencia de aproximadamente una o dos pruebas por semana.

- ✓ A pesar de estar detrás de una cabina simulada, la gerente de la sala de ventas está expuesta, al igual que los trabajadores, al nivel de sonido producido por los aparatos en prueba por las ondas reflectadas.
- ✓ El lugar es encerrado (debido al aire acondicionado) y no hay espacio alguno donde se pueda liberar la presión sonora. Las ondas sonoras reflectan, difractan, refractan e interfieren dentro de la sala de ventas, que no sobrepasa los 10 m² de extensión. Se necesita una intervención administrativa para evitar molestia en los clientes involucrados.

MAPA N°2. MAPA DE RUIDO DE LA EMPRESA OMNI MUSIC, SALA DE VENTAS SANTA ANA



2.5 Empresa de Servicios: Omni Music School

2.5.1 Generalidades de la Empresa

Se fundó en el año 2004 con el fin de proporcionar a la población Santaneca un servicio de clases de música con la optativa en diferentes instrumentos para que Santa Ana crezca en conocimiento musical. Uno de sus principales objetivos es que el joven se mantenga ocupado en algo que le servirá en su haber cultural y artístico, brindándole un conocimiento no solo de ejecución del instrumento sino también teórico conceptual y de lectura musical. La empresa posee diferentes cátedras que ofrece a sus clientes con el fin de brindar opciones variadas en cuanto a conocimiento musical se refiere. Las cátedras que posee son las siguientes:

- Piano clásico
- Acompañamientos y Ritmos
- Piano piezas musicales (método Suzuki)
- Guitarra clásica (acústica)
- Guitarra eléctrica
- Vocalización
- Violín

2.5.2 Actividad de la Empresa

La Actividad que se realiza dentro de las instalaciones de la Escuela es dar clases de música aplicados a los diferentes instrumentos. La Escuela está ubicada en el segundo nivel del local de la sala de ventas Omni Music. Hay cuatro salones de

los cuales únicamente tres están habilitados para la escuela. El otro salón es utilizado como bodega para los aparatos que se venden en la sala de ventas, que está ubicada en el primer piso.

En la figura 9 se detalla la ubicación de los salones así como la actividad que se realiza en ellos.

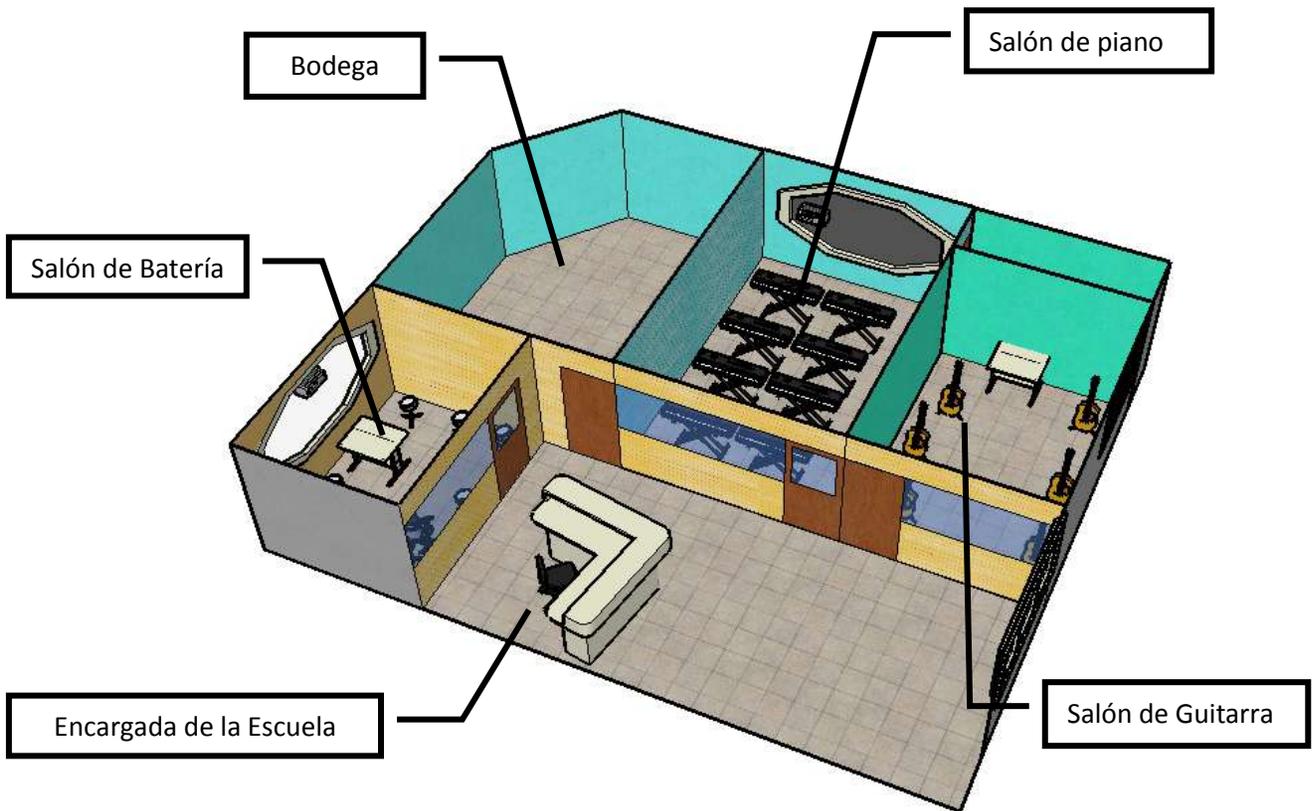


Figura 9: Detalle de la ubicación de los salones. (Sin escala)

Los salones están clasificados por cátedra. Aunque algunos son utilizados para dos clases. Sin embargo las mediciones se hicieron tomando en cuenta cuando los salones están ocupados en su totalidad y cuando están en funcionamiento las cátedras que producen más ruido.

La actividad como los instrumentos que hay en cada salón de clase se detalla a continuación.

Salón de batería acústica.

En este salón se imparten las clases prácticas de batería y las clases de canto. Hay 7 redoblantes con su respectivo pedal para el bombo. Asimismo hay una batería completa que incluye: un redoblante, dos toms, un tambor, un bombo, dos címbalos y un plato con pedal. El salón posee aire acondicionado de pared.

Salón de Piano.

En este salón se imparten las clases de piano y las clases de violín. Hay ocho teclados. 4 de ellos marca SUZUKI y 4 marca KAWAI. En el salón además hay aire acondicionado de pared.

Salón de Guitarra.

En este salón se imparten las clases de guitarra acústica y eléctrica. Hay disponibles 6 guitarras acústicas de tamaño normal y dos pequeñas. Además hay dos guitarras eléctricas con su respectivo amplificador de potencia (5W). Al igual que en los otros salones hay aire acondicionado de pared.

2.5.3 Diagnostico Actual de la Empresa

Se realizaron 140 mediciones en total, 35 mediciones en cada punto de muestreo. Las horas de las mediciones fueron de 2 PM a 6 PM.

TABLA 4. DETALLE DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS PARA LA MEDICION

Punto de muestreo	Observación
Punto de muestreo 1	Lugar de trabajo de encargada de la escuela, cerca del salón de batería y del salón de piano.
Punto de muestreo 2	Salón de batería
Punto de muestreo 3	Salón de piano
Punto de muestreo 4	Salón de guitarra

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA INSTALACIÓN DE LA ESCUELA

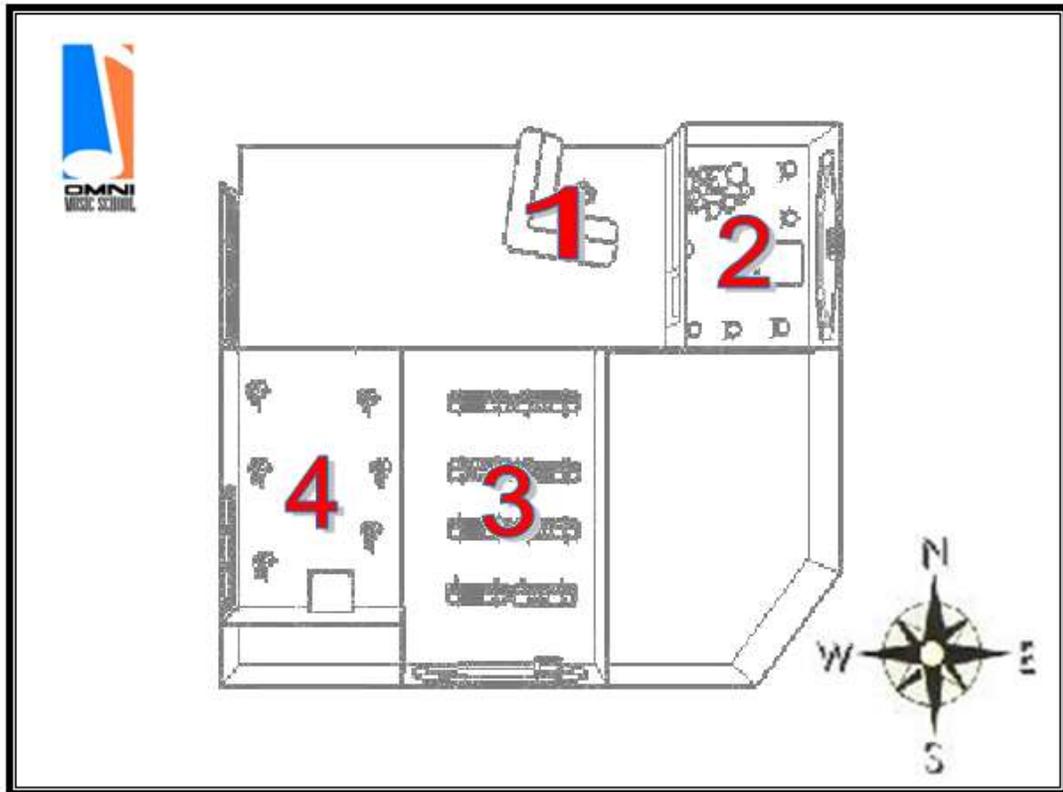


Fig. 9 Ubicación de los puntos de muestreo en el mapa de ubicación.

MEDICIONES PUESTO DE TRABAJO DE ENCARGADA DE ESCUELA

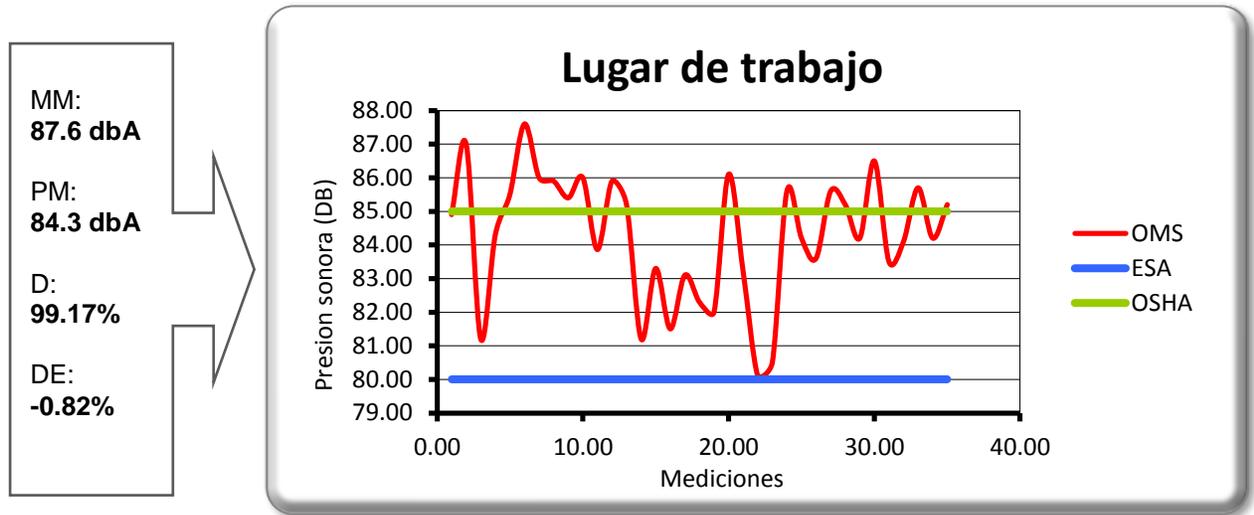


Grafico. 38 Mediciones realizadas en el lugar de trabajo de encargada de la Escuela

MEDICIONES SALÓN DE BATERÍA ACÚSTICA

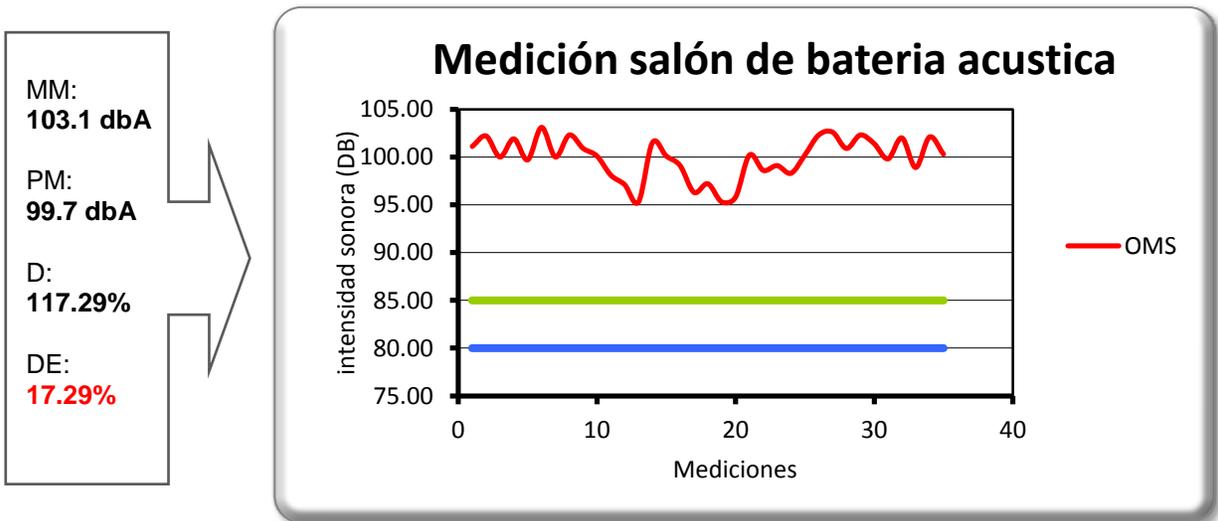


Grafico. 39 Mediciones realizadas en el salón de bateria acústica.

MEDICIONES SALON DE PIANO

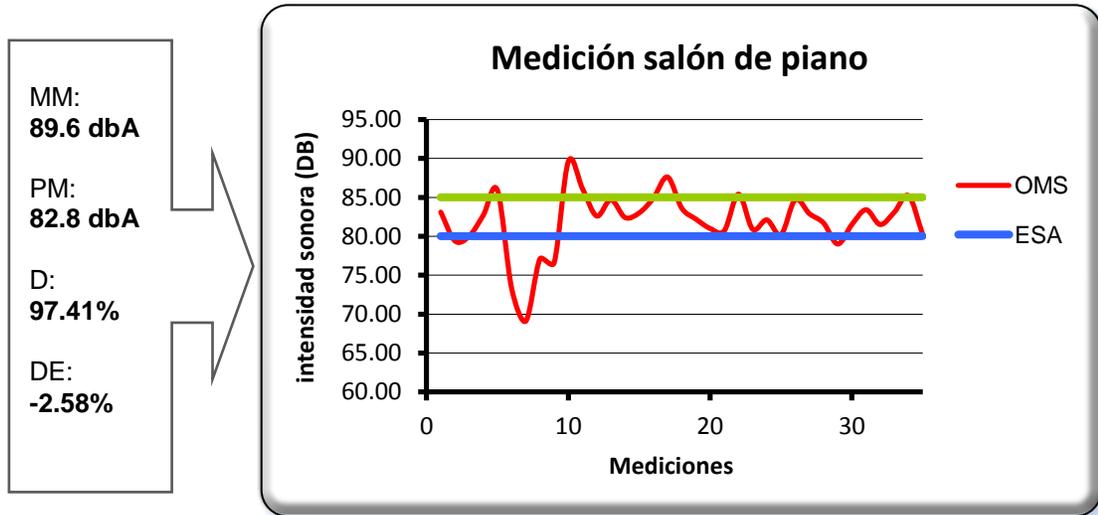


Grafico. 39 Mediciones realizadas en el salón de piano

MEDICIONES SALÓN DE GUITARRA ACÚSTICA - ELÉCTRICA

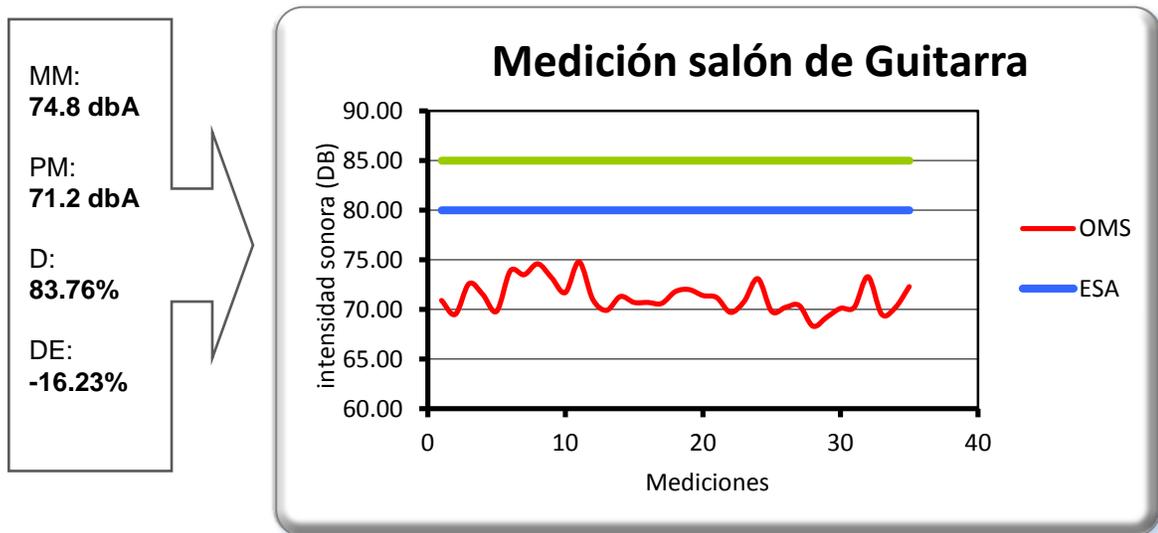


Grafico. 40 Mediciones realizadas en el salón de guitarra

2.5.4 RESULTADO FINAL DE LAS MEDICIONES EN OMNI MUSIC SCHOOL

- ✓ El salón de Batería Acústica fue el que presenta más nivel de ruido, sobrepasando los 99 dbA. A pesar que en el momento de las mediciones solo se encontraron 5 alumnos de los 9 inscritos en la clase.
- ✓ El salón de piano fue el segundo con más nivel de ruido sobrepasando los 82 dbA, en el momento de las mediciones solo estaban 5 pianos de los 8 en funcionamiento.
- ✓ En el siguiente gráfico se muestra los niveles de presión sonora en cada prueba, con su debida curva de ponderación.

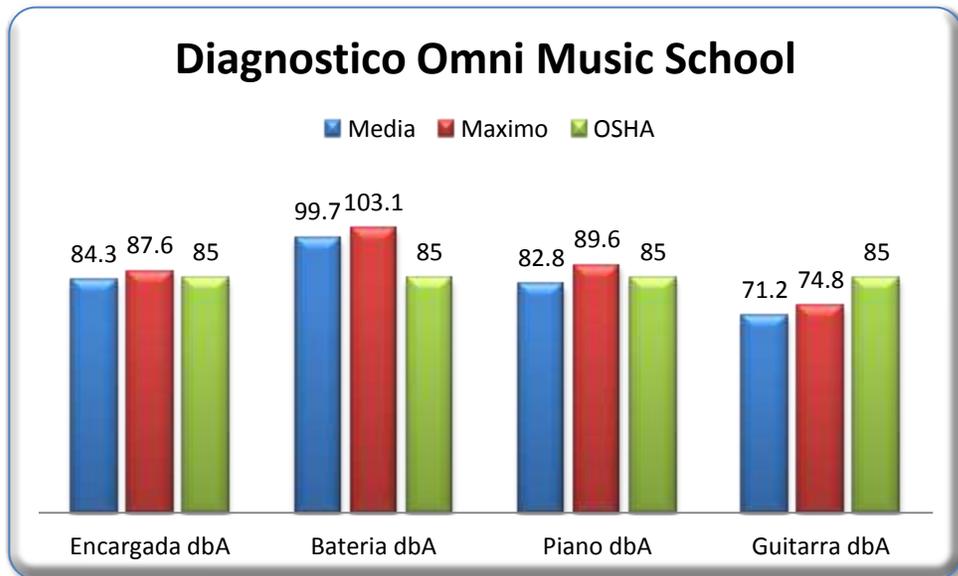
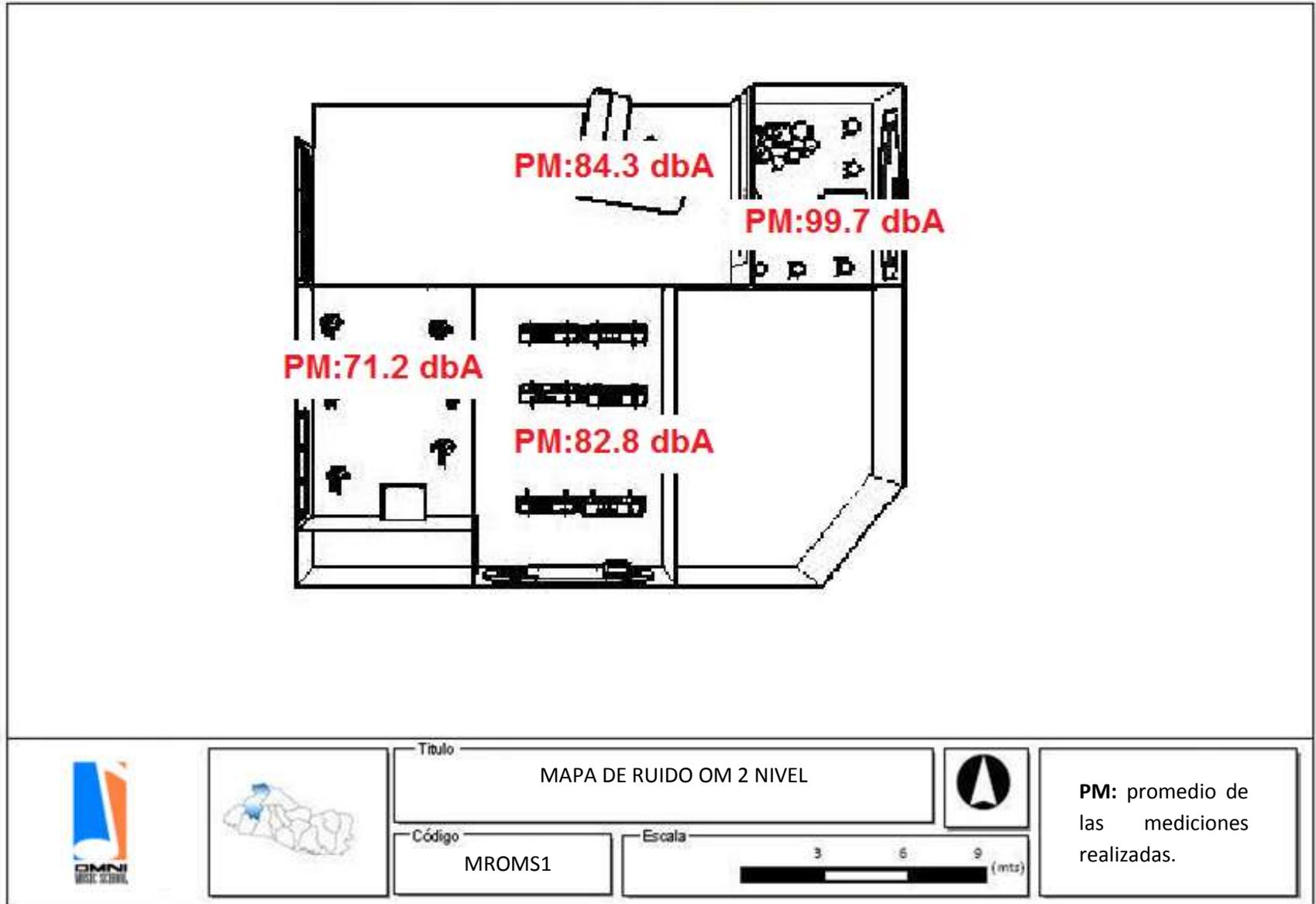
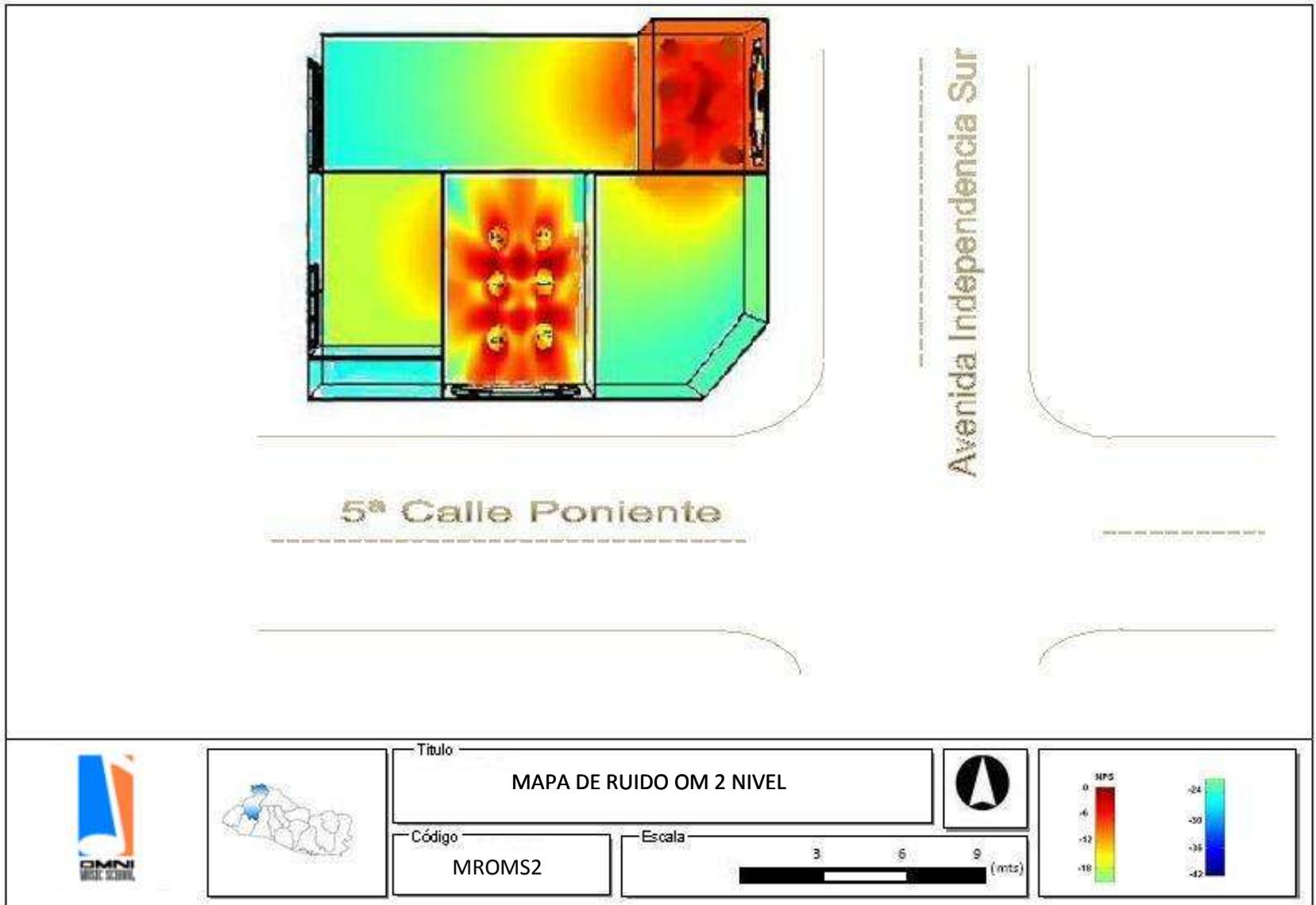


Grafico. 41 Niveles de presión sonora es los diferentes puntos de muestreo.

MAPA N°3. MAPA DE NIVELES DE RUIDO EN LA EMPRESA OMNI MUSIC SCHOOL



MAPA N°4. MAPA DE RUIDO DE LA EMPRESA OMNI MUSIC SCHOOL



CAPITULO III

3 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA LAS EMPRESAS EN ESTUDIO

CAPITULO 3

3.1 Empresa Industrial: IMACASA

3.1.1 Propuestas de solución para punto de muestreo 1 Bodega de Producto Terminado.

En el diagrama espectral de la muestra PM1 (fig. 10) podemos observar que hay dos franjas en donde la concentración del ruido es mayor, el de alta frecuencia proviene de los puntos de muestreo 6 y 7, producido por las maquinas afiladoras y pulidoras, y la franja de baja frecuencia con mayor concentración de ruido proviene de las maquinas troqueladoras.

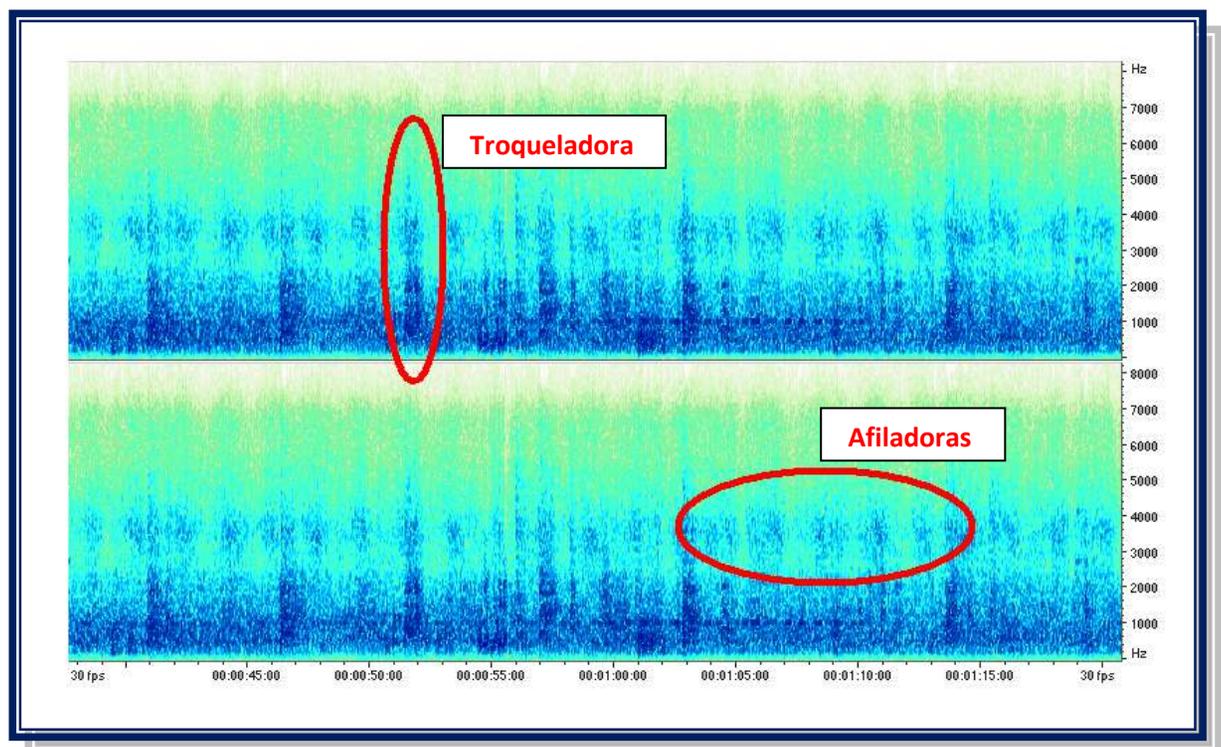


Figura 10. Diagrama espectral de frecuencias en el punto de muestreo uno.

Debido a que la fuente de ruido para este punto de muestreo son todos los demás puntos de muestreo, (por estar en el mismo recinto) toda reducción de ruido en los demás puntos de muestreo afectará directamente los niveles actuales, (PM1: 79.8 dbA, PM3: 77.1 dbA) los cuales no presentan mayor riesgo en la salud auditiva de los trabajadores que puedan permanecer o accedan a esta área ya que no superan el nivel establecido por el ministerio de trabajo de El Salvador (80 dbA) ni el establecido por los organismos internacionales (85 dbA)

Observación Importante para este trabajo: a pesar que la legislación actual en El Salvador determina el nivel máximo de ruido industrial permitido en 80 dbA, en esta investigación se ha considerado como nivel permisible, el que las organizaciones internacionales –que han realizado mayores estudios sobre el ruido– han establecido y es de 85 dbA, ya que el propósito principal de este estudio es la reducción del ruido en contribución a la salud auditiva del trabajador.

3.1.2 Propuestas de solución para punto de muestreo 2. Hornos de Revenido.

En el momento de las mediciones PM1 y PM2 solo estaba en funcionamiento un Horno, en las mediciones PM3 no estaba en funcionamiento ningún horno.

Debido a que los hornos están en la misma planta de producción donde están la mayoría de operaciones, los demás procesos están afectados por el ruido que producen los hornos al tamborear las herramientas, (cuando impactan entre ellas dentro del horno) el ruido es transmitido al través de las paredes del horno al exterior del recinto, el piso presenta vibraciones (ver figura 11) debido a esta

operación, lo cual indica que hay transmisión de ruido de baja frecuencia al través del piso.

Por lo general todas las máquinas vibran y por tanto transmiten oscilaciones a la estructuras sobre las que descansan (pisos, paredes, tuberías...). Una parte del ruido estructural se convierte, por radiación, en ruido aéreo. De manera que el correcto aislamiento de las vibraciones es una forma de atenuar los niveles de ruido, que es capaz de generar una máquina.

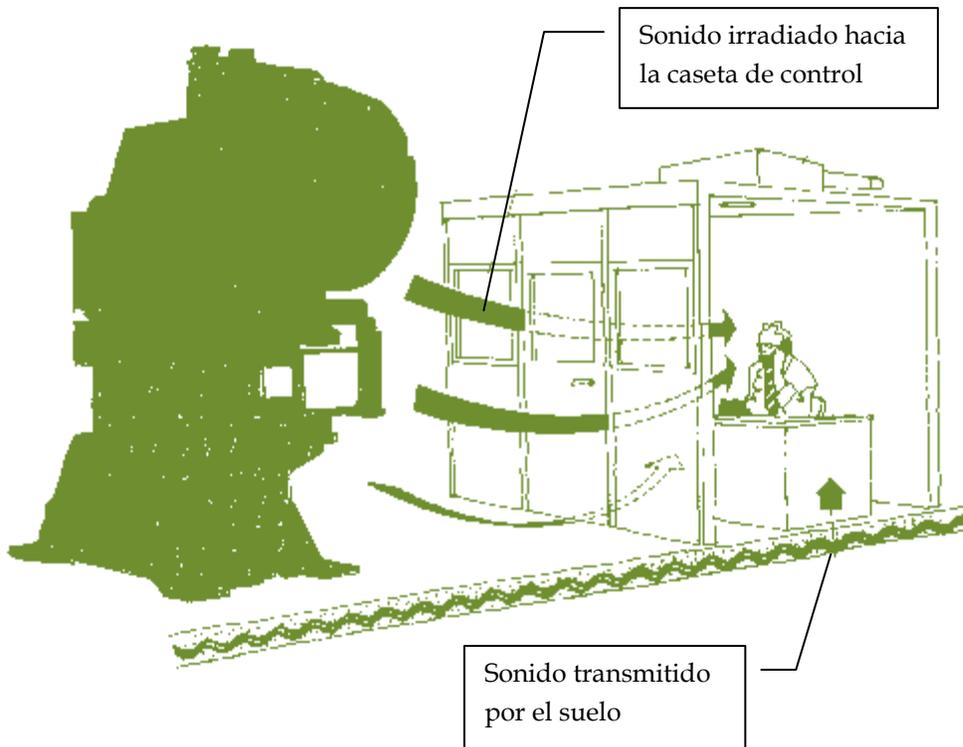


Figura 11. Ejemplo del sonido irradiado y transmitido por los hornos de revenido.

Con el aislamiento se pretende impedir que las vibraciones de una máquina pasen al suelo –y se propaguen–, o visto desde otro punto, evitar que las vibraciones de otros equipos no se transmitan a alguna máquina sensible. El

aislamiento es más efectivo cuando la estructura sobre la que descansa la máquina –y a la cual se quiere evitar pasen las vibraciones–, tiene suficiente masa y rigidez, para evitar, en un caso, las resonancias, y en otro las deformaciones indeseables.

Generalmente, para reducir la transmisión de vibraciones de la máquina a la base (o viceversa). Se pueden aplicar las siguientes acciones (calculadas por las empresas especializadas en hacer esa labor):

- Montaje de la máquina sobre soportes amortiguados (ello implica el cálculo y selección de dichos soportes). (ver figura 12)
- Preparación de una base adecuada en cuanto a masa y rigidez.
- Que los muelles tengan amortiguación interna, para evitar la vibración de la maquina y los muelles con la misma frecuencia fundamental.

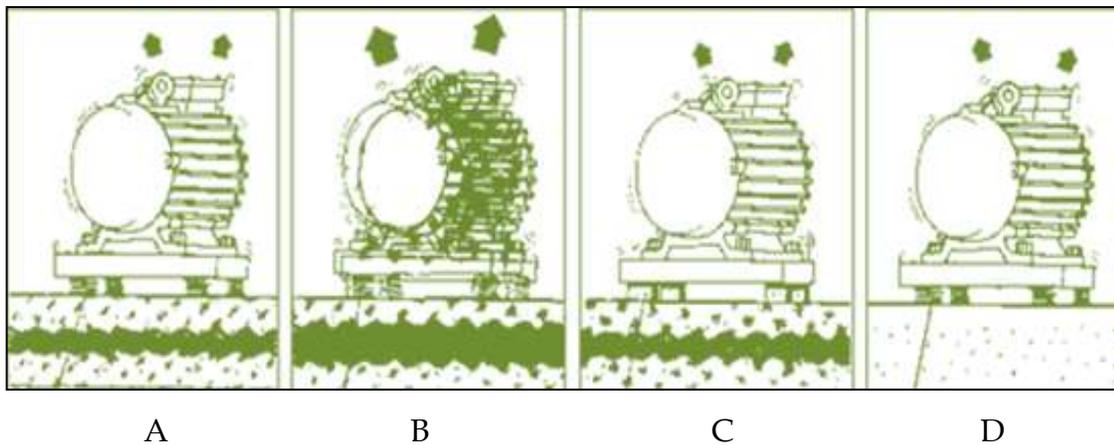


Figura 12. Ejemplo del correcto empleo de soportes amortiguados.

En la figura 12A se puede observar una maquina en donde se han colocado soportes amortiguados pero sin amortiguación interna y la frecuencia de vibración del muelle es más baja que la frecuencia de vibración fundamental de

la maquina. En este caso no hay aislamiento, el piso siempre transmitirá la vibración a pesar de estar la maquina sobre soportes amortiguados.

En la figura 12B se puede ver un caso en donde los muelles no tienen amortiguación interna y la frecuencia de vibración es parecida a la frecuencia fundamental de la máquina. En este caso hay un peligro de que la maquina se dañe al entrar en resonancia.

En la figura 12C se puede observar un caso en donde los muelles si poseen amortiguación interna, pero la frecuencia de vibración es parecida a la frecuencia fundamental de la máquina. Aunque la maquina está estable no está aislada del suelo, y produce siempre ruido por la transmisión de vibraciones al suelo.

En la figura 12D se puede observar una máquina con muelles que poseen amortiguación interna. La frecuencia de vibración es más alta que la fundamental. En este caso existe un buen aislamiento.

Propuesta 1: insonorización de los hornos, Esto evitaría que los demás procesos sean afectados por el ruido que producen los hornos de revenido, y disminuiría el ruido notablemente.

La insonorización de los hornos de revenido puede ser por medio de un cerramiento total del horno debido a que solo posee una compuerta por donde se introducen las herramientas en el proceso de limpieza de escorias. Este aislamiento acústico reduciría casi por completo las ondas reflejadas y las ondas irradiadas y no impediría que el proceso de revenido fuera modificado.

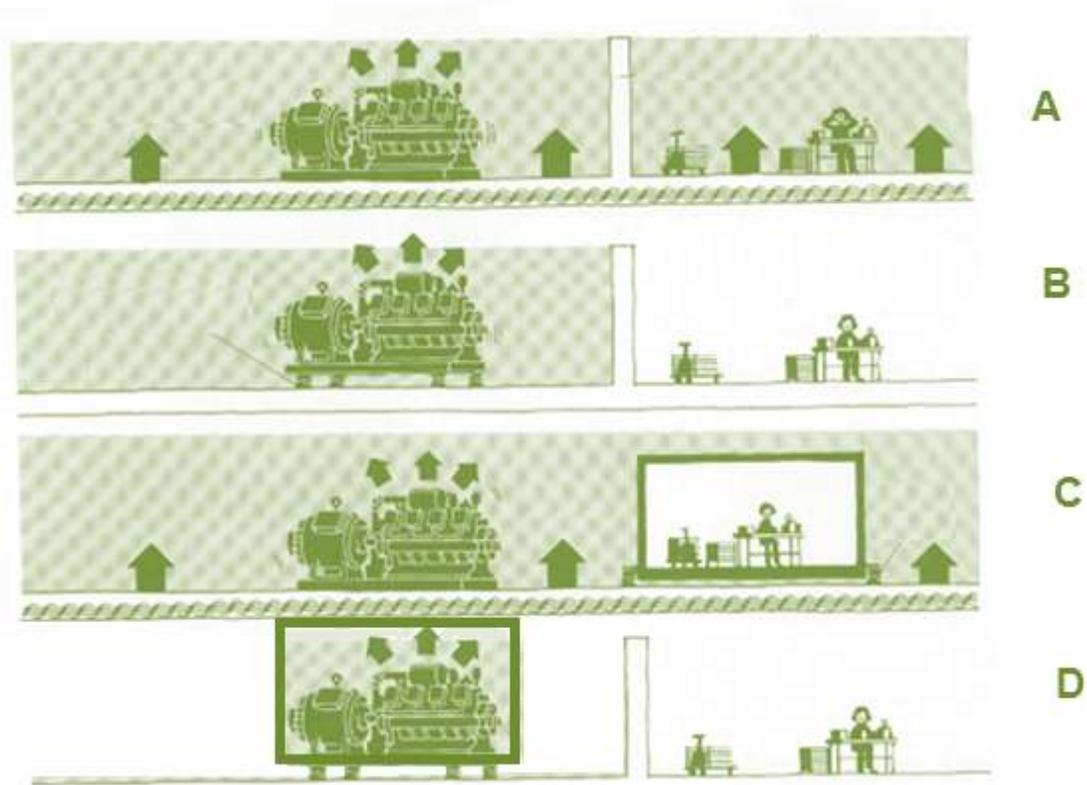


Figura 13. Ejemplo del empleo de soportes amortiguados en la fuente o en el lugar de trabajo.

En la figura 13A se puede observar la situación actual del punto de muestreo 2 “Hornos de Revenido” que al estar cerca de una caseta de control transmite el ruido a través del piso y también lo irradia hacia la caseta de control. (Como se vio en la figura 11). Esto hace un lugar de trabajo muy ruidoso.

La figura 13B muestra un ejemplo de lo que pasaría al colocar soportes amortiguados al horno de revenido. Se reduciría la transmisión del sonido en el piso, pero aun quedaría el sonido irradiado por la máquina.

La figura 13C muestra otra opción que también reduciría el ruido en la caseta de control. Que es colocar soportes amortiguados bajo la caseta. Esto aislaría a la caseta de control del ruido proveniente del exterior.

La figura 13D muestra la mejor opción para el punto de muestreo 2. Insonorizar el horno y colocar soportes amortiguados. Con estas dos propuestas se anularía la radiación del sonido y la transmisión de las vibraciones en el suelo.

Propuesta 2: Ubicación de soportes amortiguados en la base del horno, esto reduciría la transmisión de vibraciones en el suelo que provoca un ruido de baja frecuencia.

3.1.3 Propuestas de solución para punto de muestreo 3 Forja de machetes 1

En esta área el ruido que se produce es de impacto. Ocasionado por las maquinas troqueladoras.

Propuesta 1: Las guardas de las poleas son de lamina solida, (ver figura 14) lo que ocasiona una transmisión de las ondas sonoras al exterior, no obstante protege al trabajador de algún accidente debido al rompimiento de alguna faja. Se propone sustituir las guardas actuales por unas perforadas (ver figura 15) ya que esto reduciría el ruido irradiado por las fajas al mismo tiempo de que protegería al trabajador de algún accidente.

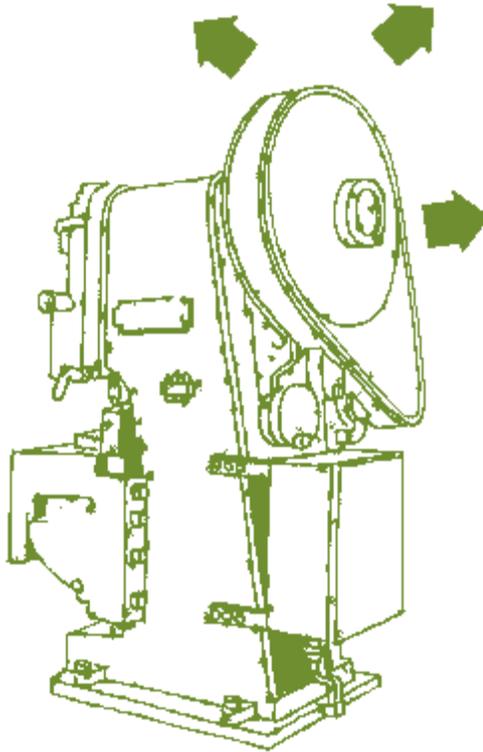


Figura 14. Forma en la que se encuentran las guardas de las poleas actualmente.

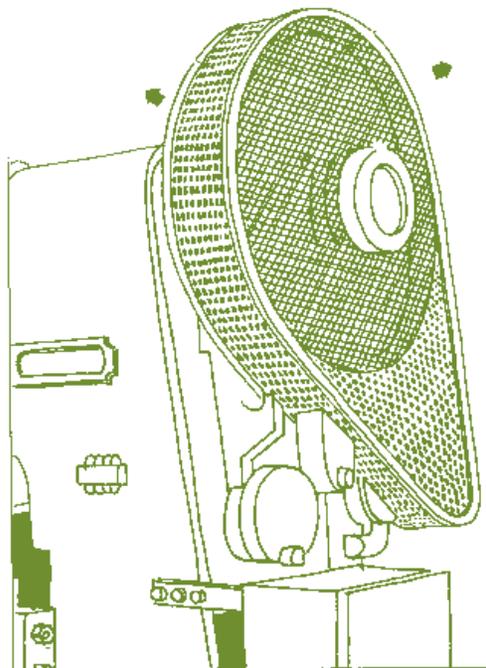


Figura 15. Propuesta para las guardas de las poleas.

Propuesta 2: El aislamiento acústico del proceso. Separación por zonas.

El área para el proceso de Forja de Machetes, posee en su mayoría maquinas troqueladoras, esto ocasiona un ruido impulsivo o de impacto que es muy dañino para el trabajador que opera la maquina y por estar en el mismo recinto afecta (aunque con menor presión sonora) a los demás trabajadores, como se comprobó en el diagrama de frecuencias de PM1 (fig. 10). Se propone que el proceso esté aislado acústicamente, (ver figura 16) por medio de paredes aislantes para las ondas directas y el techo con material aislante para las ondas reflejadas.

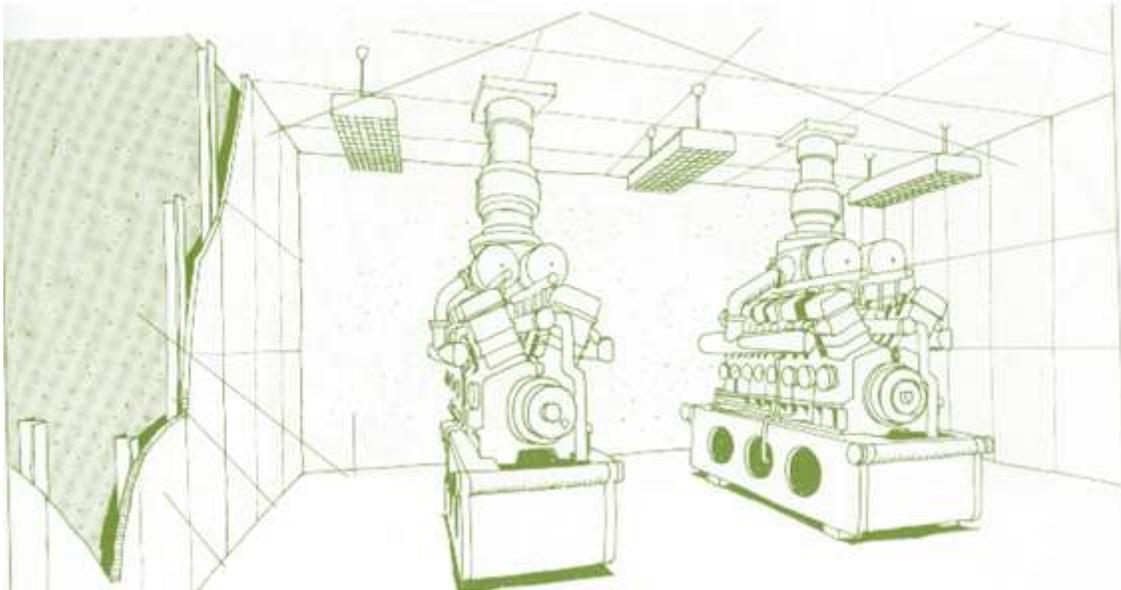


Figura 16. Ejemplo de aislamiento acustico del proceso.

En caso que no se pudiera el aislamiento total del proceso debido a que hay un cambio en la distribución de las maquinas debido a la actividad de producción requerida, se pueden colocar barreras móviles que al menos impidan la transmisión directa de las troqueladoras hacia los demás procesos.

Propuesta 3: Sustitución del proceso.

Debido a que el ruido que ocasionan las maquinas troqueladoras es por impacto, el cambio del proceso reduciría por completo el ruido excesivo que producen actualmente las maquinas. Se sugiere un proceso de corte con laser.

3.1.4 Propuestas de solución para punto de muestreo 4 Forja de machetes 2

Debido a que las maquinas utilizadas en esta área también son similares a las del punto de muestreo 3, y que se realizan operaciones de corte, y sus niveles de ruido son similares, las propuestas del punto de muestreo 3 aplican de igual forma para este punto también. Estas propuestas son las siguientes:

Propuesta 1: cambiar guardas de lámina sólida por guardas de lámina perforada.

Propuesta 2: El aislamiento acústico del proceso. Separación por zonas.

Propuesta 3: Sustitución del proceso actual por un proceso de corte por laser.

3.1.5 Propuestas de solución para punto de muestreo 5 Tratamiento Térmico.

En esta área el ruido que existe no es debido al horno por donde pasan las herramientas en proceso, sino debido a los procesos circundantes, especialmente el pulido de machetes y el afilado de machetes. El ruido proveniente del proceso de tratamiento térmico es únicamente por un motor que mueve un mecanismo que hace que las piezas pasen a través del horno. Toda reducción de ruido en los procesos circundantes será una contribución a la reducción de ruido de este punto de muestreo.

3.1.6 Propuestas de solución para punto de muestreo 6 Pulido de Machetes.

En esta sección existen 9 máquinas pulidoras, de las cuales en el momento de las mediciones estaban funcionando de la siguiente forma:

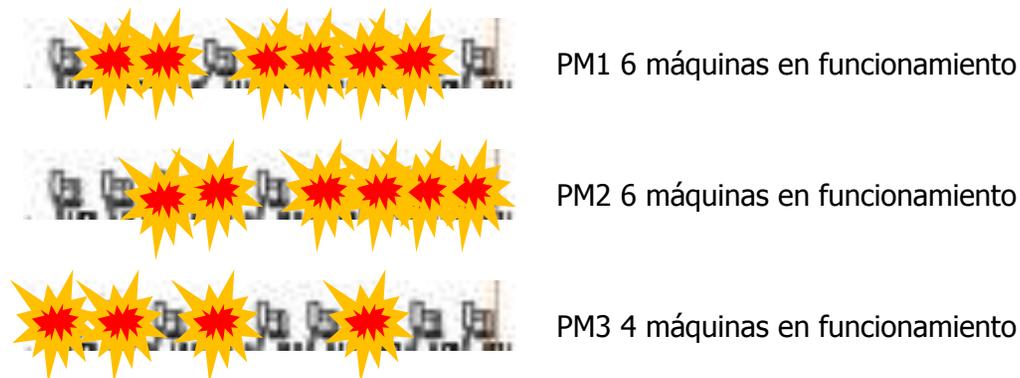


Figura 17. Detalles de las máquinas en funcionamiento en las diferentes mediciones en el punto de muestreo 6

Propuesta 1: Cálculo de velocidad de pulido adecuado y uso de rueda de rectificación adecuada.

Las velocidades actuales son de 1250 rpm (según los datos obtenidos de los motores) las velocidades recomendadas de la rueda durante el rectificado en seco están en el rango de 3.000 a 4.500 sfpm (15 a 23 m/s). Velocidades más altas de la rueda pueden ocasionar quemado de los filos de la herramienta. Se recomienda revisar si las velocidades actuales son las óptimas para este proceso, si las revoluciones no fueran las indicadas por los expertos, se podría

incrementar la velocidad y producir ruido de alta frecuencia (en vez de uno de baja frecuencia) que es más fácil de reducir por absorción.

Propuesta 2: Colocar guardas perforadas a fajas.

Actualmente las ruedas de afilado poseen guardas, pero no las fajas, se recomienda poner guardas perforadas a las fajas.

Propuesta 3: Cambiar Proceso.

El proceso actual es rectificado en seco, por medio de una rueda de fabricación artesanal que utiliza polvo de esmeril importado de Brasil.

En el rectificado con chorro, las velocidades de la rueda en el rango de 5.000 a 6.500 sfpm (25 a 33 m/s) dan excelentes resultados. En general, las velocidades más altas mejoran tanto la vida de la rueda como las tasas de remoción de metal. La tasa de avance transversal debe mantenerse constante por las características de corte frío y libre de las ruedas de rectificado en CBN.⁹

Se recomienda sustituir la rueda de fabricación artesanal por una súper abrasiva (nitruro cúbico de boro o CBN) que trabaja a más revoluciones por minuto, con un proceso de rectificado en frío, que además de reducir el ruido por la absorción del agua, proporciona un mayor rendimiento en el proceso.

⁹ METALMECANICA, Información técnica y de negocios para la Industria Metalmeccánica en América Latina, Rectificado Herramientas de corte, rectificado y operación de un "taller de afilado" Dr. Anil Srivastava -Gerente de Tecnología de Manufactura en TechSolve, Marzo 2007

Propuesta 4: Insonorización del proceso

La insonorización del proceso de pulido reduciría el ruido que refleja desde el lugar del punto de muestreo 6 hacia los demás procesos de la Planta de producción, en las mediciones realizadas los lugares con más ruido fueron los puntos de muestreo 2, 6 y 7 (dentro de la planta de producción) si se insonorizan estos tres procesos, toda la planta de producción quedaría con niveles continuos inferiores a 80 dbA.

Para la insonorización del proceso de pulido se tendría que tomar en cuenta el espacio requerido para que el trabajador pueda trabajar con facilidad, el tipo de material absorbente (recomendado por una empresa dedicada a esta labor) y la correcta ventilación y temperatura del ambiente dentro del lugar donde estaría el proceso de pulido, recordando que en un ambiente más cálido las ondas sonoras se transmiten más rápidamente debido a la densidad del aire.

3.1.7 Propuestas de solución para punto de muestreo 7 Afilado de Machetes.

En este punto de muestreo hay 12 ruedas de afilado, accionadas por 6 motores de 1740 rpm, las ruedas están agrupadas en parejas por cada motor. Al otro extremo del pasillo hay 4 ruedas de afilado accionadas por dos motores de características similares, que aunque no hacen la misma labor que la sección de afilado el ruido proveniente de ellas contribuye al que hace la sección de afilado de machetes. En el momento de las mediciones estaban en funcionamiento las siguientes maquinas:

El éxito en el afilado de herramientas depende del uso de una rueda de rectificar correcta, el alistamiento de la herramienta y el método de rectificado.

Tanto las ruedas convencionales (óxido de aluminio y carburo de silicio) como las super abrasivas (nitruro cúbico de boro o CBN) son usadas para este propósito. Sin embargo, las ruedas convencionales se desgastan más rápido y adquieren una capa brillante y lisa, que reduce la productividad del rectificado y causa daño térmico/metalúrgico a la herramienta que está siendo afilada.

Debido a que el proceso es similar al proceso de pulido, las recomendaciones del punto de muestreo 6 aplican para este punto también.

Propuesta 1: Calculo de velocidad de afilado adecuado y utilización de rueda de rectificar adecuado.

Propuesta 2: Colocar guardas perforadas a fajas.

Propuesta 3: Cambiar Proceso de Afilado en seco por Afilado en frio.

Propuesta 4: Insonorización del proceso

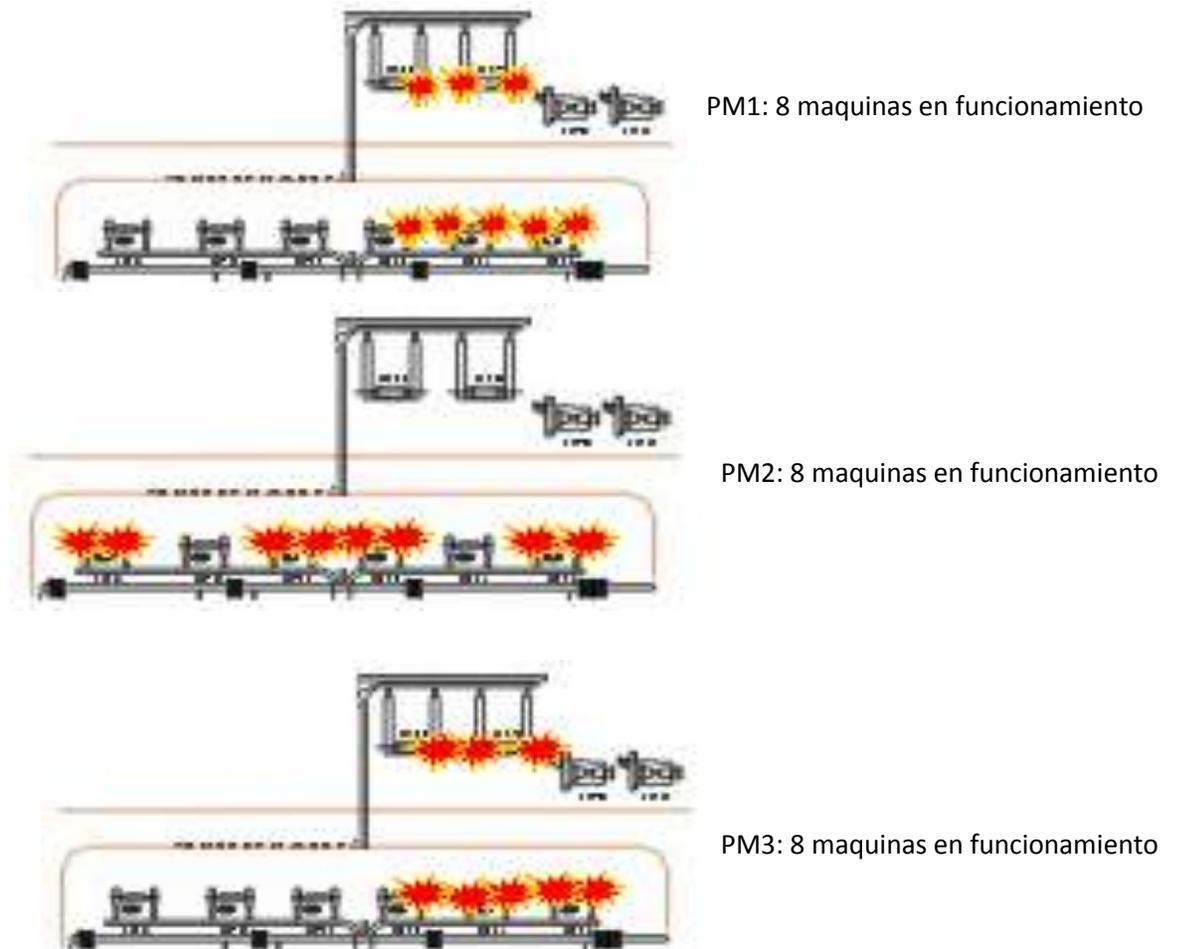


Figura 18. Detalles de las maquinas en funcionamiento en las diferentes mediciones, en el punto de muestreo 7

3.1.8 Propuestas de solución para punto de muestreo 8 Lacado.

Los niveles de ruido en esta área son normales (PM1: 80.8 dbA) para el tipo de actividad de la planta, sin embargo el ruido no proviene del proceso de lacado sino de las ondas irradiadas por los procesos circundantes.

Propuesta 1: Reducir los niveles de ruido de los procesos circundantes.

Propuesta 2: Música Funcional.

Debido a que en el lugar donde se encuentra actualmente el proceso de lacado no hay niveles de ruido superiores a 85 dbA, se recomienda la introducción de música funcional al ambiente, esto contribuiría a la salud física y mental del trabajador.

3.1.9 Propuestas de solución para punto de muestreo 9 Empaque

En esta área de la planta los niveles son inferiores a los recomendados internacionalmente para la salud auditiva del trabajador.

Propuesta 1: Reducir los niveles de ruido de los procesos circundantes.

Propuesta 2: Música Funcional.

3.1.10 Propuestas de solución para punto de muestreo 10 Mantenimiento de Maquinas

En el momento que se realizaron las mediciones PM1 había 3 trabajadores, 2 trabajadores con pulidoras de mano y uno calibrando una pieza.

Propuesta 1: Protección Auditiva

Debido a que las actividades que comúnmente se realizan en esta área (como el uso de la pulidora de mano) no son frecuentes, se recomienda que el trabajador utilice protección auditiva en el momento de utilizar estas herramientas, sería recomendable utilizar auriculares no tapones.

3.1.11 Propuestas de solución para punto de muestreo 11 Pulido de Implementos.

Las actividades que se realizan en esta área son similares a las del punto de muestreo 6 Pulido de Machetes, se recomienda realizar las mismas propuestas y añadir la correcta cimentación de las maquinas.

Propuesta 1: Calculo de velocidad de afilado adecuado y utilización de rueda de rectificar adecuado.

Propuesta 2: Colocar guardas perforadas a fajas.

Propuesta 3: Cimentación adecuada de las maquinas.

En el momento de las mediciones el piso del área presentaba vibraciones sensibles, esto indica que las maquinas no están cimentadas adecuadamente, se sugiere colocar soportes amortiguados en cada maquinaria para evitar la transmisión de vibraciones al piso del recinto y que esto produzca más ruido de baja frecuencia.

Propuesta 4: Cambiar Proceso de Afilado en seco por Afilado en frio.

Propuesta 5: Insonorización del proceso

3.1.12 Propuestas de solución para punto de muestreo 12 Recepción

Los niveles de ruido en esta área son muy inferiores a los 85 dbA únicamente se recomienda la introducción en el ambiente de música funcional.

3.2 Propuestas de solución para Empresa Comercial: OMNI MUSIC (sala de ventas)

3.2.1 Sobre la fuente

Debido a que el aparato (en existencia en el momento de las mediciones) que genera más potencia es el amplificador YAMAHA P7000S y las bocinas que permiten la mayor potencia son las utilizadas también en las mediciones (JBL JRX100) se darán las propuestas de solución para este equipo.

Propuesta1: No probar el aparato en su máxima potencia, (no exceder el nivel permisible de 85 db) y explicar al cliente que aun resta potencia por aplicar. De esta forma tanto el trabajador como el cliente estarán a salvo de cualquier daño al tejido auditivo.

3.2.2 Sobre el ambiente

La sala de ventas debido al tipo de productos que se venden, que regularmente son amplificadores de potencia, bocinas, baterías acústicas, bajos eléctricos, etc. presenta una desventaja debido a que todos ellos necesitan ser probados antes de comercializarlos para que el cliente quede satisfecho que lo que comprará será lo que buscaba. La desventaja es que sus dimensiones (9x10 mts aproximadamente) son pequeñas en relación a la actividad realizada y debido a que hay aire acondicionado dentro de la sala, es completamente cerrada, esto no permite que la presión sonora salga del recinto sino se encierre provocando un enmascaramiento de las ondas sonoras divergentes.

Propuesta 2: cubrir el techo, paredes y piso con material absorbente, de esta manera se evitará el rebote de las ondas sonoras y provocarán menos molestia a los clientes (externos e internos). En las paredes se puede utilizar paneles absorbentes decorativos, los cuales además de reducir el rebote de las ondas sonoras brinda un ambiente estético y de acorde a la actividad de la sala.

Propuesta 3: Construir una cabina acústica donde se prueben los aparatos, esto evitaría que los clientes que no han llegado a comprar este tipo de aparatos estén en la sala siendo expuestos a la fuerte presión sonora que los aparatos producen.

La cabina se puede diseñar de tal forma que el cliente este fuera de ella y pueda comprobar la potencia del aparato que desea comprar, únicamente viendo a través de una ventanilla el sonómetro instalado dentro de la cabina.

Si el cliente lo prefiere puede entrar a la cabina para comprobar la potencia sonora, con protección auditiva y bajo su propio riesgo.



Figura 19. Ilustración de una cabina acústica dentro de la sala de ventas

3.2.3 Controles Administrativos

Propuesta 4: No permitir que el tiempo de exposición en la prueba de algún aparato sonoro sea mayor que 1 minuto cuando sea el nivel de intensidad menor a 115 dbA y cuando se supere esta cantidad el tiempo de exposición debe ser menor a 10 seg, debido a que el cliente solo desea saber si el aparato supera la potencia deseada y no oír una pieza musical completa. Esta acción la debe realizar la Gerente de Ventas.

Propuesta 5: La prueba debe realizarse incrementando el sonido gradualmente, desde la menor potencia hasta la potencia deseada. Una sola exposición de un segundo de duración a un nivel mayor de 115 dbA es suficiente para dañar el tejido auditivo permanentemente. Esta acción debe ser supervisada por la Gerente de ventas.

3.2.4 Sobre el Hombre

Propuesta 6: utilizar tapones de espuma al estar expuesto a más de 85 dbA. Los tapones reducen el riesgo del daño permanente del tejido auditivo, los deberán usar todas las personas que estén expuestas a la prueba de sonido.

3.3 Propuestas de solución para Empresa de Servicios: OMNI MUSIC SCHOOL

3.3.1 Salón de Batería Acústica

Debido a que el salón de batería acústica fue el que obtuvo mayor nivel de presión sonora será el primero en abordar por ser el que necesita intervención inmediata.

3.3.1.1 Sobre la fuente

Propuesta 1: Por ser un local rentado, la solución más inmediata (no menos costosa) es sustituir lo acústico por lo electrónico, la escuela está directamente relacionada con la sala de ventas, donde se podrían obtener con más facilidad las baterías electrónicas, las cuales además de utilizar menos espacio se pueden utilizar con audífonos, esto haría no solo menos sonoro el lugar sino mas aprovechada la clase, sin molestia por el ruido que produce el alumno vecino.



Figura 20. Ilustración de una Batería electrónica

El alumno principiante no necesita (al inicio de su aprendizaje) de una batería completa sino únicamente del redoblante y del bombo, esto podría reducir costos al adquirir una batería electrónica en forma de tablero donde el principiante comience su lectura musical y cuando ya sea un experto pase a la batería completa.



Figura 21. Kit de tablero con sonidos de percusión

Estas opciones no modificarían el salón y darían más espacio a más alumnos, debido a que el espacio que ocupa la batería electrónica sería más reducido que el que ocupa actualmente la batería acústica.

Propuesta 2: En caso que no se desee adquirir el equipo mencionado en la propuesta 1 se puede optar por modificar el diseño del existente, de la siguiente forma:

- 1- Quitando el zarcillo del pergamino inferior de los redoblantes, ya que es el que produce más ruido



Figura 22. Ilustración de redoblante con zarcillo en el pergamino inferior

- 2- Colocando una esponja dentro del redoblante que amortigüe el golpe en el pergamino superior. La esponja debe tocar o conectar ambos pergaminos. El estudiante no necesita (cuando inicia su aprendizaje) escuchar el sonido del redoblante sino leer únicamente los ejercicios de su método de estudio.

Propuesta 3: Dos de las paredes del salón (las internas) son de madera, (ver figura 23) y en vez de un bombo, se utiliza actualmente un pedal únicamente, que golpea las paredes, la mayoría de pedales golpea las paredes de madera, esto hace que el ruido sea mayor y se transmita hacia las paredes de los demás salones las cuales están inter conectadas. Para evitar esta transmisión se puede ubicar los pedales únicamente en las paredes de concreto, ya que allí el golpe será amortiguado.

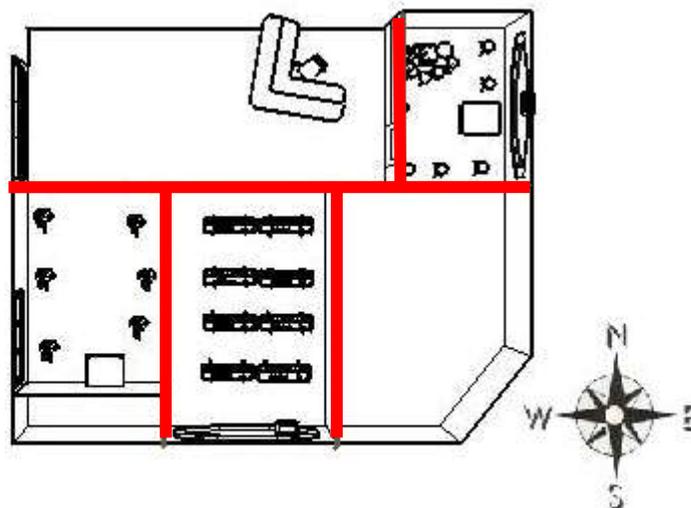


Figura 23. Ubicación de las paredes de madera conectadas entre sí.

3.3.1.2 Sobre el ambiente

Propuesta 4: cubrir las paredes, suelo y techo con material absorbente, esto reduciría las ondas reflectadas, y el ruido sería menos molesto. Además sería beneficioso para que no se deslice la batería y los pedales.

Propuesta 5: instalar una barrera que separe la batería completa de los redoblantes y del pizarrón donde el profesor explica al alumno nuevo los lineamientos básicos para la lectura musical.

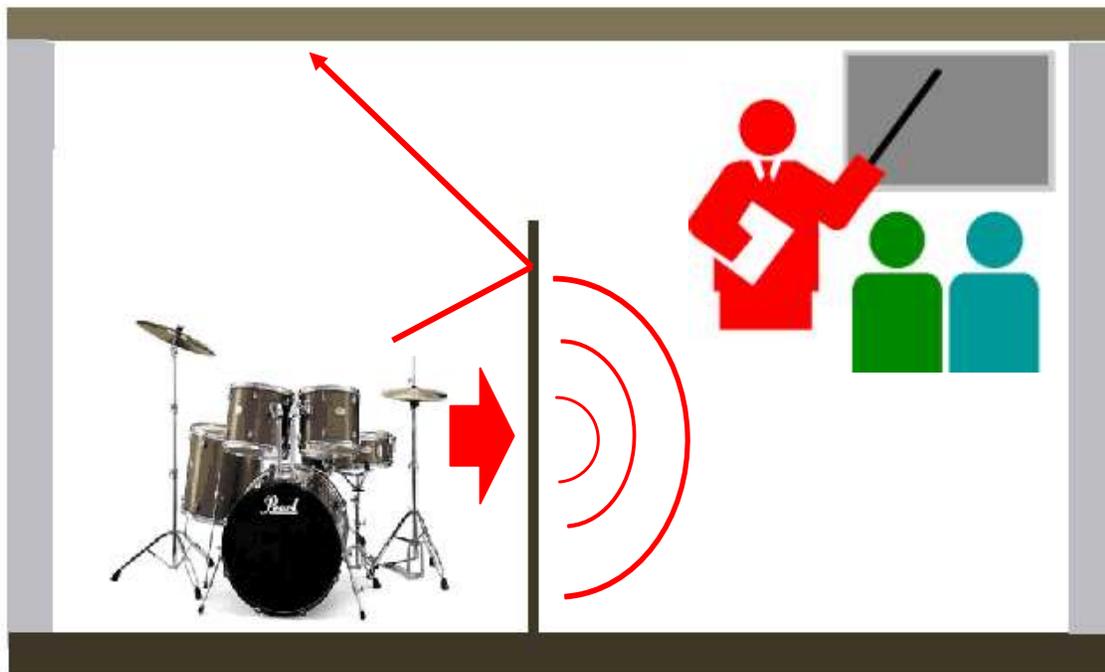


Figura 24. Colocación de una barrera acústica de separación.

3.3.1.3 Controles Administrativos

Propuesta 6: Reducir el tiempo de exposición al ruido de los alumnos y profesores, las clases no deben exceder de dos horas si el nivel promedio dentro

del salón es de 100 dbA.¹⁰ En las mediciones realizadas el nivel promedio fue de 103.10 dbA y los alumnos pasan tres horas en clase.

Propuesta 7: Ubicar las horas para la clase de batería separadas de las demás clases, esto permitiría una mejor concentración de los alumnos que llegan a aprender otros instrumentos o a clases de vocalización.

3.3.1.4 Sobre el Hombre

Propuesta 8: abastecer al profesor y alumnos de tapones de espuma, hasta que se hagan las propuestas necesarias para que el ruido disminuya en los niveles deseados.

Propuesta 9: Hacer chequeos médicos (test auditivos) preventivos para el profesor para determinar que la exposición prolongada durante cierto periodo de tiempo no afecta su tejido auditivo.

3.3.2 Lugar de trabajo de Encargada de Escuela

El lugar de trabajo de la encargada de la escuela está directamente afectado por el salón de batería acústica. Todo cambio en el salón de batería acústica afectará también el lugar de trabajo de la encargada de la escuela.

3.3.2.1 Sobre la fuente

¹⁰ Según la OSHA

Propuesta 10: Realizar propuestas para el salón de batería acústica. Esto reduciría el nivel de presión sonora en el lugar de trabajo de la encargada.

3.3.2.2 Sobre el ambiente

Propuesta 11: Trasladar el panel de recepción a un lugar más retirado del salón de batería acústica, esto reduciría el nivel de presión sonora percibido por la encargada de la escuela. Actualmente se encuentra a un metro de distancia de la pared interna del salón de batería acústica, lo cual hace el puesto de trabajo sumamente ruidoso. En el momento de las mediciones no se podía hacer una conversación con la encargada sin alzar la voz.

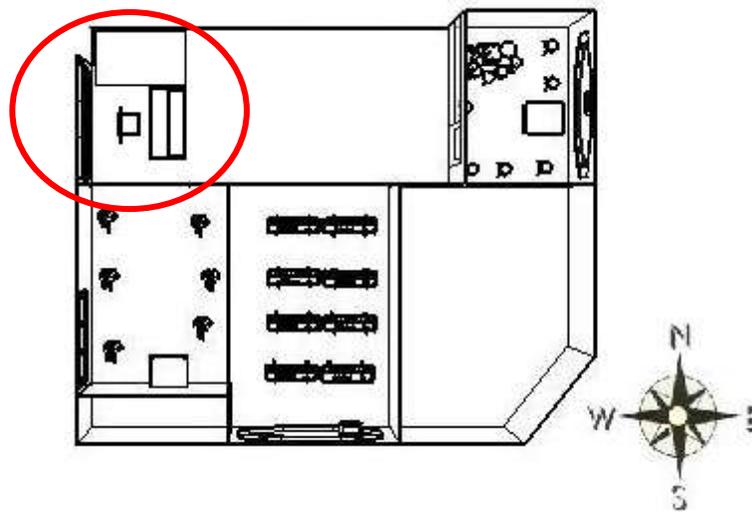


Figura 25. Posible ubicación del puesto de trabajo de encargada de la escuela

3.3.2.3 Controles Administrativos

Propuesta 12: No permitir que el ruido supere los 85 dbA, en ningún salón de clases, hacer mediciones de rutina para comprobar que se está cumpliendo con el máximo nivel de presión sonora para recintos cerrados.

3.3.2.4 Sobre el Hombre

Propuesta 13: Utilizar tapones de espuma para reducir el riesgo de daño al tejido auditivo mientras se mantenga el nivel de presión sonora actual hasta que se hagan las correcciones pertinentes.

3.3.3 Salón de piano

El salón de piano está conectado en sus paredes internas con el salón de batería, cualquier reducción de presión sonora en el salón de batería afecta (aunque en menor escala) al salón de piano también.

3.3.3.1 Sobre la fuente

Un solo teclado es capaz de producir un máx. de 91.7 dbA cuando está en su nivel máximo de “volumen”, y cuando en el recinto –sin ningún teclado en funcionamiento– existe un promedio de 48.5 dbA de sonido ambiente.

Si estuvieran los 8 teclados en funcionamiento (con el máximo nivel) habría un aumento de 24 dbA lo que haría del salón de piano un lugar aún más ruidoso que el salón de batería acústica.

Propuesta 14: bajar los niveles de intensidad sonora de cada teclado a un nivel promedio de 61 dbA (en cada aparato) para no superar el nivel de 85 dbA permisible, a pesar de estar todos los teclados en funcionamiento. Para que el alumno no pueda superar este nivel se deberá introducir en el canal del “Main Volume” una pieza solida que impida que el controlador de volumen supere la intensidad deseada.

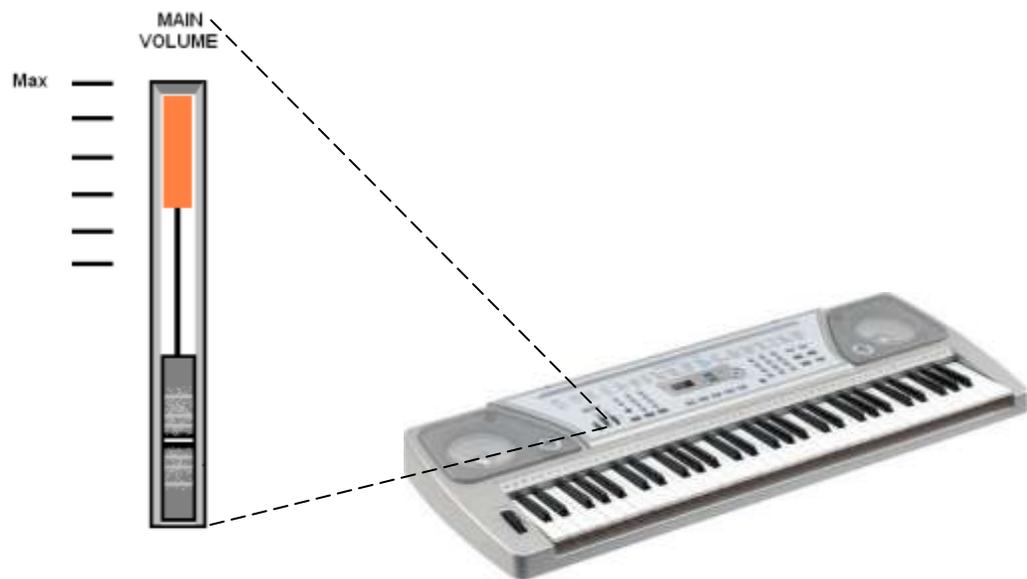


Figura 26. Cambio en el diseño del teclado.

Propuesta 15: Una propuesta más inmediata (no más efectiva) sería hacer una marca del nivel del cual no se debe sobrepasar cuando se está en clase.

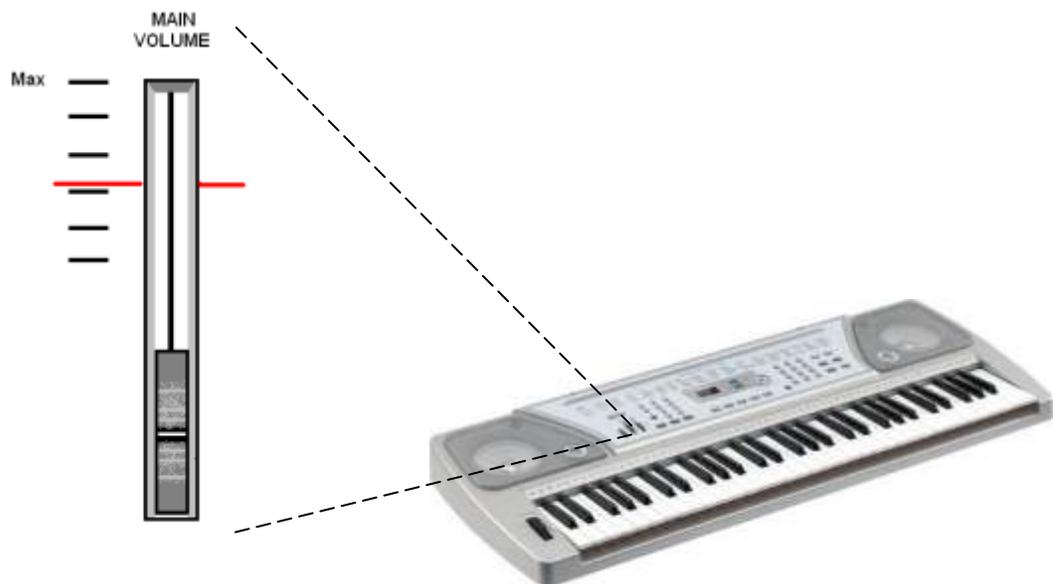


Figura 27. Indicación del nivel de intensidad del teclado.

Propuesta 16: Que el alumno que únicamente está realizando sus prácticas utilice audífonos para que el sonido que produce no afecte al del vecino. Hay que advertirle al alumno que no debe usar el máximo volumen. Se pueden combinar las propuestas 1 y 2 con la 3.

3.3.3.2 Sobre el ambiente

Propuesta 17: cambiar el sistema de aire acondicionado de pared existente (sumamente ruidoso) por uno de tubería para toda la escuela, esto haría un ambiente más agradable en toda la escuela incluyendo el lugar utilizado para la recepción de visitas y alumnos, ya que en ese lugar no existe aire acondicionado, además los alumnos y profesores tienen que soportar un cambio brusco de temperatura (al salir de sus clases) el cual puede afectar su salud.

3.3.3.3 Controles Administrativos

Propuesta 18: Que los alumnos que están únicamente practicando sus lecciones mantengan un nivel de intensidad de sonido inferior al que está dando su lección al profesor. De esta forma el alumno que presenta su lección, así como el principiante que recibe la teoría en el mismo salón no tendrá ruido ambiente demasiado molesto.

3.3.3.4 Sobre el Hombre

Debido a que los niveles encontrados en las mediciones no superan el nivel suficiente para dañar el tejido auditivo, es suficiente con las propuestas de solución para el salón de piano para cuidar la salud auditiva del profesor y alumnos.

3.3.4 Salón de guitarra

El Salón de guitarra no supera el nivel exigido por la ley (80 dbA) su medida máxima en las mediciones fue de 74.8 dbA, por este motivo no requiere ninguna reducción de la presión sonora, sino únicamente que se mantenga con los niveles actuales. (Control pasivo del ruido)

CAPITULO IV

4 EJECUCIÓN DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA LA EMPRESA OMNI MUSIC SCHOOL

4.1 Ejecución de propuestas de solución en el salón de batería.

Este salón fue el que presentó mayores niveles de intensidad sonora. Por esta razón se comenzó realizando las propuestas de solución en este salón.

La primera solución fue descartada de su ejecución por no haber suficientes fondos en la empresa para sustituir lo acústico por lo electrónico. Cada tablero o Kit de percusión tiene un costo aproximado de \$370 y la batería electrónica un costo de \$1800 aproximadamente. Esto genera un gasto grande para equipar el salón de batería. La empresa no posee ese recurso actualmente y no es posible con las cuotas de los alumnos cubrir con dicha inversión.

La segunda propuesta que consistía en modificar el diseño de los redoblantes, sí fue posible y se realizaron los siguientes cambios:

- 1- Se sustrajo la pieza que sostiene el zarcillo, el cual está ubicado bajo el pergamino inferior del redoblante.
- 2- Se agregó una fina capa de espuma bajo el pergamino superior. Esto con el fin que amortiguara el golpe ocasionado por las baquetas.

La tercera propuesta consistía en reubicar a los redoblantes y pedales para que no golpearan las paredes falsas de madera que posee el salón. Se realizó la reubicación quedando tal como lo muestra la figura 28. Al estar ubicados los redoblantes junto a las paredes de concreto, los pedales golpean las paredes de concreto que absorben el golpe y no producen mayor ruido que el que producían al golpear la pared falsa de madera. Esta vibración al no ser ya transmitida hacia los demás salones (intercomunicados por la misma división de pared falsa de madera) disminuye la intensidad sonora en todos los salones.

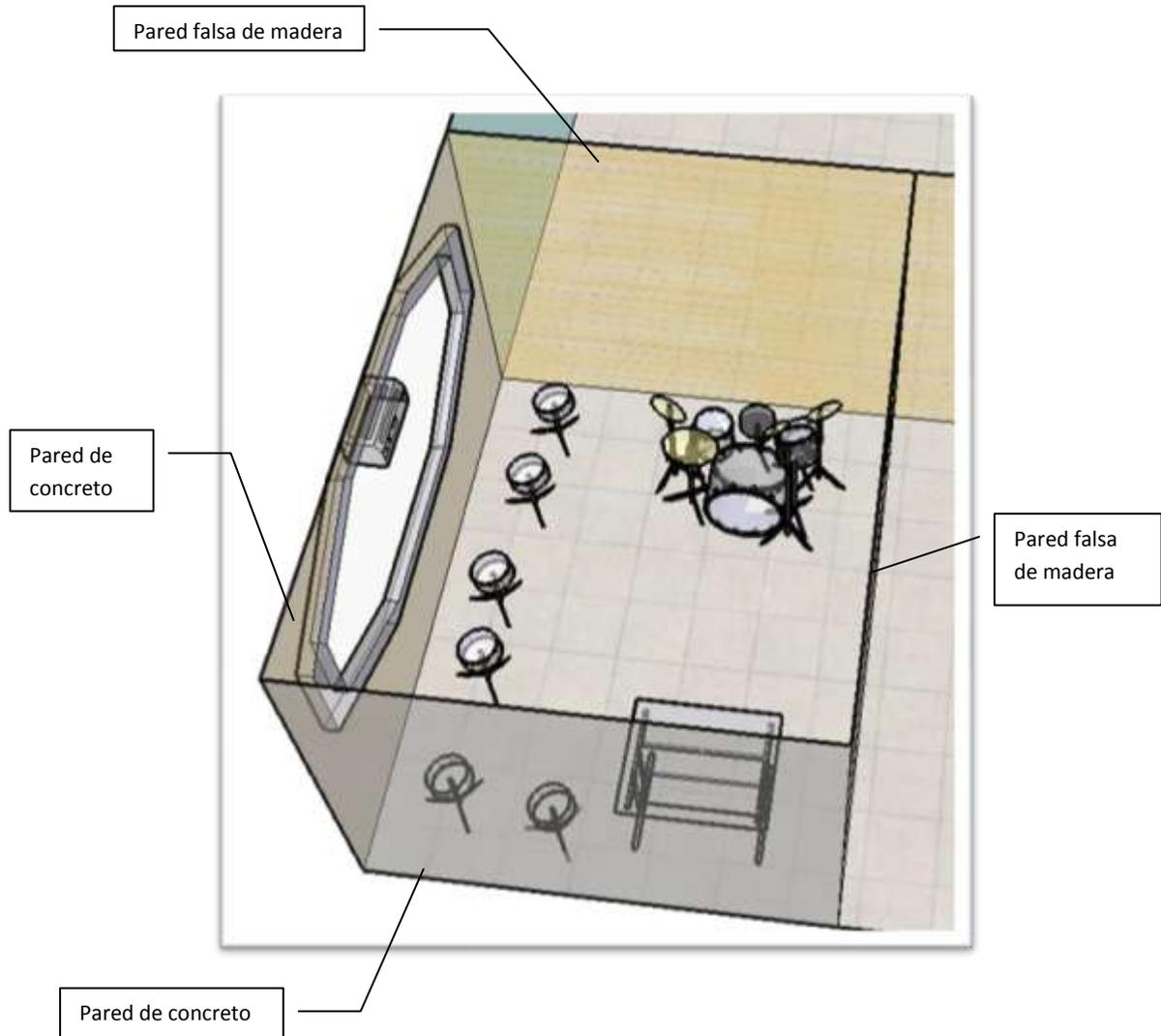


Figura 28. Reubicación de los redoblantes..

Las propuestas sobre el ambiente no se realizaron por o haber fondos para ese fin. Sin embargo se realizaron las propuestas de solución referentes a los controles administrativos. Tomando las siguientes medidas:

1- Se redujo el tiempo de exposición al ruido. Dividiendo la clase en dos partes. Una parte donde se imparte teoría musical, en donde se explican conocimientos teóricos básicos para la comprensión del lenguaje musical y la ejecución del instrumento. La otra parte es la práctica del instrumento. De esta forma la clase de batería queda estructurada de la siguiente forma:

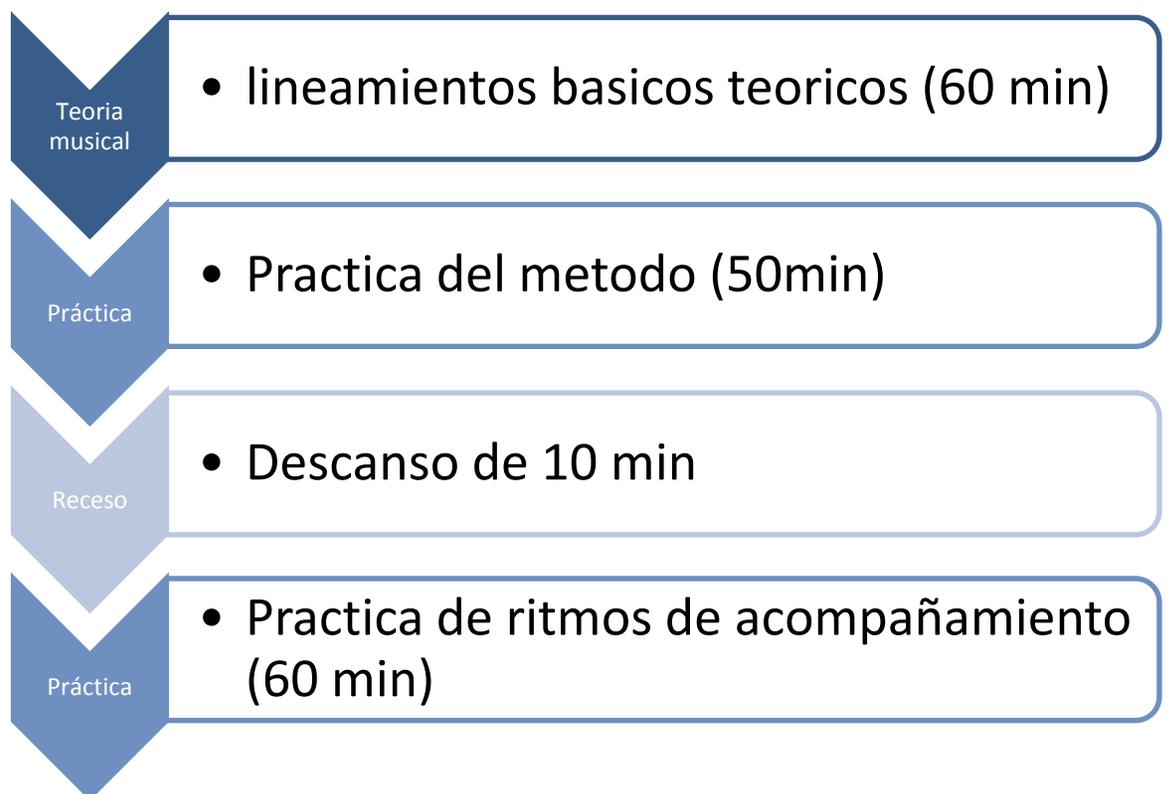


Figura 29. Reducción del tiempo de exposición.

4.2 Mediciones después de realizadas las propuestas.

Luego de realizadas estas propuestas, (en el salón de batería) se tomaron nuevas medidas de intensidad sonora, para verificar que la ejecución de las propuestas

estaban funcionando como se había planteado. Los resultados se detallan en el grafico N° 41 en el cual se observan las dos mediciones. Una antes de realizadas las propuestas (línea continua en color rojo) y otra con las propuestas realizadas (línea continua en color azul).

También se tomaron mediciones en los demás puntos de muestreo iniciales. Todo esto con el propósito de observar la tendencia entre los niveles de sonido anteriores y los actuales.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES TOMADAS DESPUES DE REALIZADAS LAS PROPUESTAS EN EL SALON DE BATERIA.

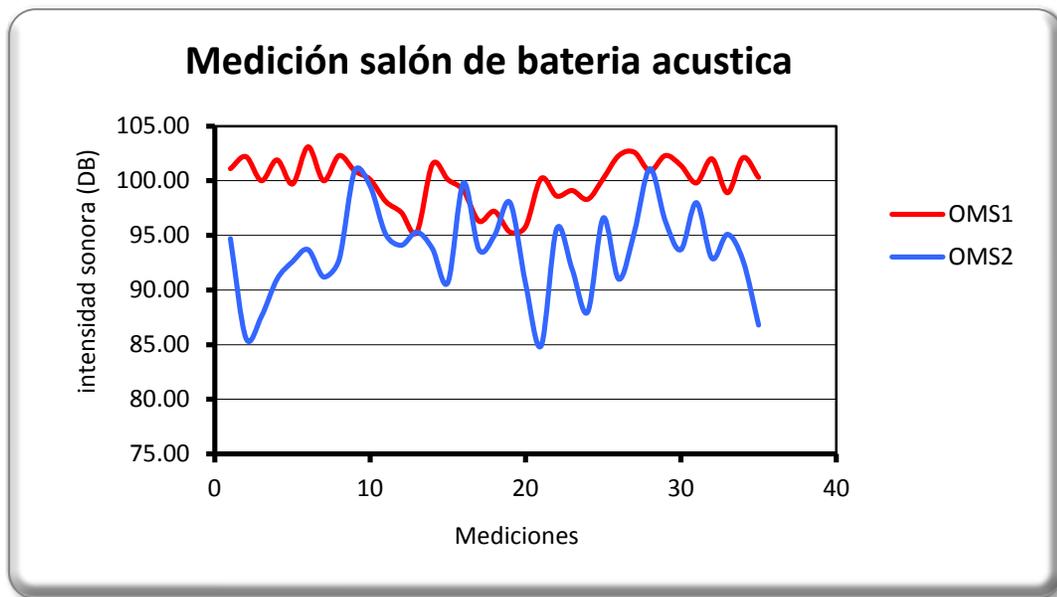


Grafico. 41 Mediciones realizadas en el salón de batería

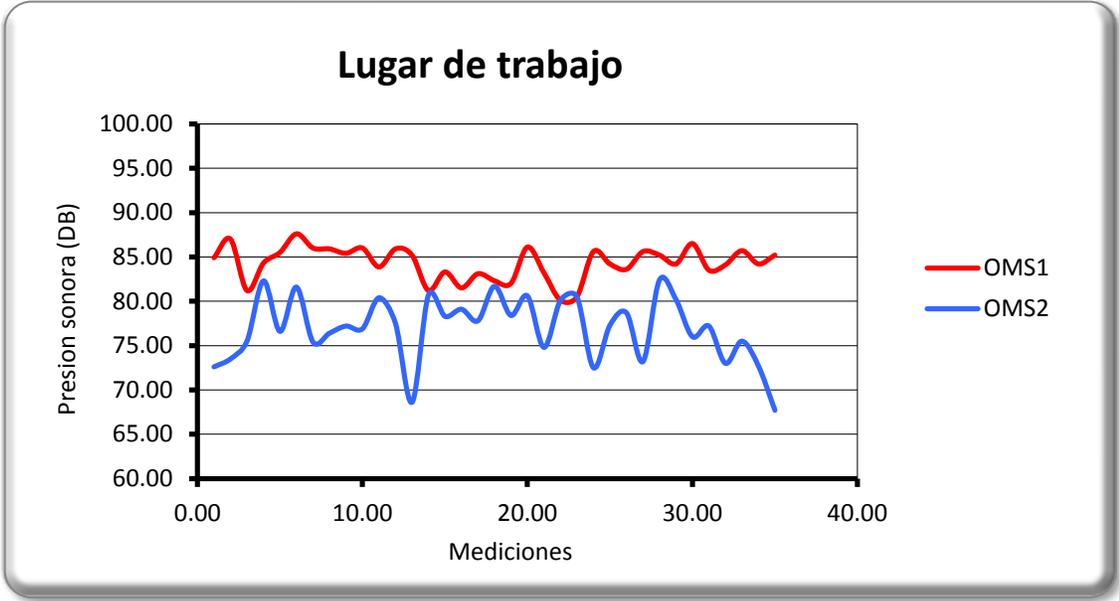


Grafico. 42 Mediciones realizadas en el lugar de trabajo de encargada

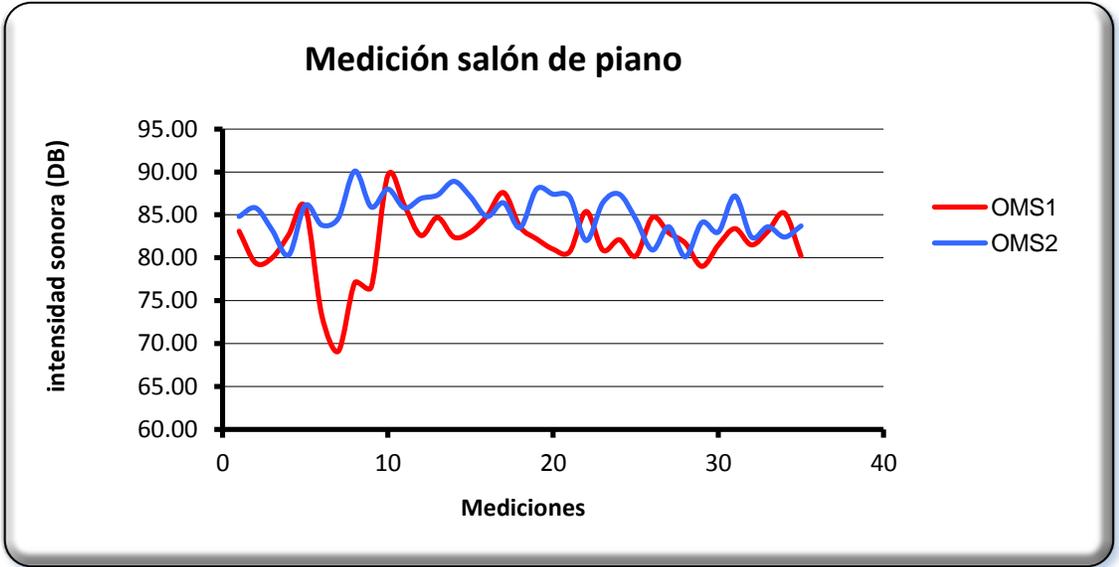


Grafico. 43 Mediciones realizadas en el salón de piano

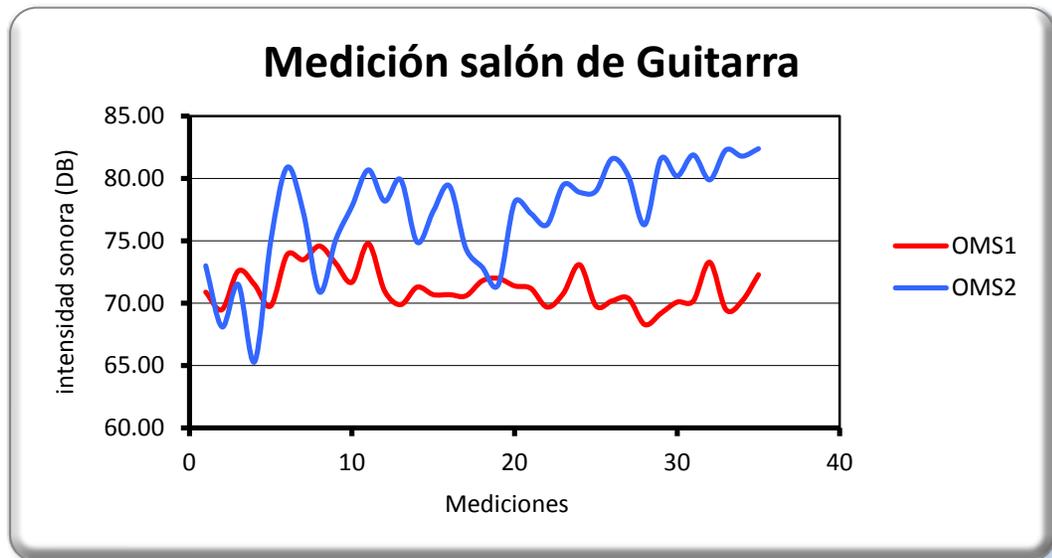


Grafico. 44 Mediciones realizadas en el salón de guitarra

Para el mejor análisis de los datos se elaboro una tabla para comparar las mediciones actuales y anteriores.

Punto de Muestreo		Medición 1	Medición 2
Salón de Batería	Promedio	99.9	93.6
	Valor Máximo	103.1	101.1
Lugar de trabajo	Promedio	84.3	76.9
	Valor Máximo	87.6	90.1
Salón de piano	Promedio	81.9	85.1
	Valor Máximo	89.6	90.1
Salón de guitarra	Promedio	71.2	77.2
	Valor Máximo	74.8	82.4

TABLA 5. DETALLES DE LAS MEDICIONES ACTUALES CON LAS ANTERIORES

Al observar la tabla anterior se puede ver que hay una disminución en los niveles de intensidad en el salón de batería y en el lugar de trabajo de la encargada. No obstante se presenta un aumento en los niveles de sonido en los salones de piano y guitarra.

Al no proporcionar, estas mediciones, los resultados deseados (que era una disminución en todos los puntos de muestreo) se verificaron las condiciones en que se realizaron ambas mediciones. Existiendo diferencias significativas que alteran el resultado final si no se hacen las mediciones en las mismas condiciones. Las diferencias más significativas fueron en el número de alumnos en clase en cada medición. No concordaban.

TABLA 6. COMPARACION DE LAS CONDICIONES INICIALES.

Punto de muestreo	Nº alumnos Medicion1	Nº alumnos Medicion2
Salón de batería	5	6
Salón de piano	5	7
Salón de guitarra	4	7

Al realizar nuevas mediciones con las mismas condiciones iniciales, se obtuvieron los siguientes datos:

TABLA 7. COMPARACION CON LAS NUEVAS MEDICIONES.

Punto de Muestreo		Medición 1	Medición 2	Medición 3
Salón de Batería	Promedio	99.9	93.6	93.4
	Valor Máximo	103.1	101.1	100.6
Lugar de trabajo	Promedio	84.3	76.9	77.1
	Valor Máximo	87.6	90.1	81.8
Salón de piano	Promedio	81.9	85.1	80.3
	Valor Máximo	89.6	90.1	85.4
Salón de guitarra	Promedio	71.2	77.2	70.6
	Valor Máximo	74.8	82.4	76.5

Los porcentajes y cantidades de decibeles que se redujeron con las propuestas son las siguientes:

TABLA 8. RESULTADOS CON LAS NUEVAS MEDICIONES.

Punto de Muestreo		Cantidades
Salón de Batería	Disminución en decibeles	6.5 dbA
	Porcentaje disminuido	6.5%
Lugar de trabajo	Disminución en decibeles	7.2 dbA
	Porcentaje disminuido	8.54%
Salón de piano	Disminución en decibeles	1.6 dbA
	Porcentaje disminuido	1.95%
Salón de guitarra	Disminución en decibeles	0.6 dbA
	Porcentaje disminuido	0.84%

4.3 PRESUPUESTO PARA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA 1

Debido a que los niveles de ruido aún son mayores del nivel permisible de exposición que es de 85 dbA la propuesta 1 que consiste en sustituir lo electrónico por lo acústico sería una de las propuestas más indicadas. A continuación un presupuesto de lo que costaría la ejecución de esa propuesta.

Batería eléctrica profesional con platos 6 pads y bombo con pedal ROLAND tiene un costo de \$1,800.00 y los pads para ensayo tienen un costo de \$375 los 6 pads. Esto da un costo total de \$2,175.00. (Ver cotización en anexo 3)

CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ De los 13 puntos de muestreo analizados en la empresa IMACASA los puntos de muestreo 2, 6, 7,10 y 11 sobrepasaron los 90 dbA y necesitan intervención inmediata para reducir el nivel de presión sonora. La falta de intervención de parte de la empresa afectará al trabajador involucrado a mediano plazo ya que a pesar que utiliza protección auditiva, no evita la exposición de este a las ondas sonoras.
- ✓ El punto de muestreo que presentó mayor nivel de ruido en la empresa IMACASA fue el número 11 que corresponde al lugar nombrado “afilado de Herramientas” con un nivel promedio de presión sonora de 97.6 dbA (en la primera medición). Debido a su actividad se propone actuar de inmediato realizando las propuestas de solución sugeridas en el capítulo III.
- ✓ La insonorización de los procesos es la propuesta que mayor resultados proporcionaría en conjunto. La empresa tiene la mayoría de sus procesos en el mismo recinto y esto ocasiona que las ondas sonoras se propaguen y converjan entre sí, afectando a todas las áreas. Aún a aquellas en donde por su actividad no superen los límites de ruido establecidos. El aislamiento acústico por procesos ayudaría a que las ondas sonoras provenientes de otros procesos no influyan en la presión sonora que ocasiona el proceso en estudio.
- ✓ En la sala de ventas de OMNI MUSIC el nivel más alto de ruido se obtiene de las pruebas de sonido para los clientes externos que desean comprar los aparatos con mayor potencia en existencia. Debido a que no es una actividad frecuente sino esporádica (únicamente cuando llega un cliente y lo solicita), y el recinto es muy pequeño y cerrado (sin ventanas en donde se libere la

presión sonora). Lo más útil sería hacer una cabina acústica, en donde se hagan las pruebas, tomando las precauciones necesarias para los clientes y no permitiendo que el tiempo de exposición supere los límites propuestos. Con esta propuesta se podría reducir la exposición a la presión sonora un 90%.

- ✓ De todas las mediciones hechas en la empresa OMNI MUSIC SCHOOL, el lugar en donde se produjo el nivel promedio más alto de decibeles (superando los 85 dbA) fue en el salón de batería (M1=99.9 dbA). Se recomendó hacer las propuestas sugeridas en el capítulo III, y después de realizadas las propuestas 2 y 3 sobre la fuente, y la propuesta 1 sobre controles administrativos, se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Se redujeron los niveles promedios de presión sonora 6.5 dbA. proporcionando un 6.5% de disminución en la presión sonora en el salón de batería, un 8.54% en el lugar de trabajo de la encargada, un 1.95% en el salón de piano y un 0.84% de disminución en el salón de guitarra.

En base a estos resultados se concluye que las propuestas sugeridas proporcionaron los resultados deseados (en cuanto a la reducción de presión sonora) y que la disminución fue proporcional en distancia a la fuente sonora.

- ✓ No se pudo reducir hasta 85 dbA el nivel promedio de presión sonora en el salón de batería. Por esta razón se procedió a realizar las propuestas sobre controles administrativos.
- ✓ Las propuestas sobre controles administrativos sugeridos y puestas en práctica en el salón de batería no solo contribuyen a la salud de los alumnos y profesores (reduciendo el tiempo de exposición) sino también a los demás

salones en cuanto a la molestia que ocasiona el sonido de fondo de los redoblantes.

- ✓ A pesar de la reducción de la presión sonora en el salón de batería y la disminución del tiempo de exposición al ruido, los niveles siguen siendo altos (93.4 dbA) y es recomendable el atender a la propuesta 1 sobre la fuente que consiste en sustituir lo acústico por lo electrónico. Ya que el exponerse a esta presión sonora podría ocasionar daños a largo plazo en los alumnos y maestros.
- ✓ Las mediciones deben realizarse bajo las mismas condiciones iniciales. Ya que si estas varían arrojan datos que pueden en alguna medida beneficiar los resultados de la investigación mientras se perjudica la salud del trabajador. Todo por no tomar en cuenta que las condiciones iniciales permanezcan de igual forma en las mediciones posteriores.
- ✓ Las empresas -no importando su actividad- son fuentes activas de emisiones sonoras excesivas y nocivas, algunas de ellas que desempeñan actividades educativas o administrativas poseen contaminación acústica subjetiva, que también es dañina para el cliente (externo e interno). En la mayoría de empresas el empleado no conoce el impacto en la salud física y psicológica de la contaminación acústica. Debido a esto no respeta las indicaciones (si las hay) ni el espacio acústico de las personas con quien labora. El espacio acústico de las personas no es medible con los mismos niveles de intensidad del sonido. Ni con dimensiones numéricas de ningún tipo. El espacio acústico comienza en el mismo lugar donde la comprensión y el respeto tienen su morada, y termina en el lugar donde empieza la molestia

- ✓ Una de las formas de realizar el control de ruido desde la posición del responsable de mantener todo a su nivel adecuado, es estableciendo una estrategia de Control Pasivo de Ruido (CPR).
- ✓ El hecho que en EL Salvador no exista una filosofía de respeto en cuanto al ruido, no significa que los salvadoreños tengamos que ser indiferentes al daño físico o psicológico que el ruido pueda ocasionar. Se necesita participación de todas las partes involucradas. Pero la iniciativa más grande nace en el interior de uno mismo. No hay que esperar que otros cambien, sino más bien, comenzar a aplicar lo conocido mientras se investiga lo que hace falta, y crear una conciencia de respeto hacia las personas y el medio ambiente.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones para la empresa IMACASA

- ✓ Se recomienda realizar las recomendaciones de acuerdo al nivel de intensidad sonora presentado en cada punto de muestreo. Comenzando con los puntos de muestreo que presentaron mayor nivel en las mediciones. Estos son los puntos de muestreo 2, 6 y 7. Después de reducir el ruido en estos puntos de muestreo se recomienda realizar nuevas mediciones que revelen los porcentajes de reducción de los niveles anteriores y seguir efectuando las recomendaciones en los puntos de muestreo restantes. El punto de muestreo 11 (que fue el que presento mayor nivel promedio de presión sonora) debe tratarse aparte debido a que no está dentro de la planta de producción.
- ✓ Debido a que la actividad de la empresa tiene variaciones en la producción por la demanda y diversidad de sus productos, será muy difícil realizar la separación de los procesos (insonorización) sugerida para los puntos de muestreo con mayores niveles de ruido, se recomienda (en caso de no ser posible esto) hacer barreras móviles que se puedan ubicar fácilmente de acuerdo a la distribución de las maquinarias, y así poder reducir –al menos– el ruido que irradia hacia los demás procesos.

PRECAUCIÓN: Al usar las barreras hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las pantallas y las barreras pueden no trabajar bien para las frecuencias bajas. (Se recomienda medir la frecuencia del ruido en la fuente y determinar si es alta frecuencia o baja frecuencia)

- ✓ Poner siempre la pantalla o la barrera tan cerca de la posición de la fuente de ruido como sea posible.
 - ✓ La pantalla o la barrera se debe hacer de un material denso, y se debe alinear con el material absorbente que hace frente a la fuente de ruido.
 - ✓ Considerar siempre otros riesgos de salud y de seguridad, tales como movimiento seguro de la gente y de vehículos, al poner barreras en el lugar de trabajo.
-
- ✓ Concientizar e Informar a los trabajadores de la importancia de la reducción del ruido para su salud auditiva, emocional y psicológica. Esto puede hacerse con la ayuda de charlas, reuniones, panfletos, señalización adecuada, test auditivos, etc. En concordancia con el ISSS, en Ministerio de Trabajo, y personas capacitadas en el ámbito de la contaminación acústica.
-
- ✓ Lograr implantar un Programa de Control de Ruido (PCR)¹¹ esto no es tarea de un día, tiene mucha relación el éxito del programa con la sensibilización de los directivos y el personal de ingeniería (específicamente los que pertenecen al comité de Higiene y Seguridad ocupacional). Se precisa de la formación técnica para enfrentar los retos, además de estar conscientes de los daños que ocasiona la contaminación por ruido.

Un programa de Control de Ruido deberá reflejar, preferentemente, lo siguiente:

¹¹ El control pasivo de ruido como elemento de la seguridad industrial, M.Sc. Ing. LUIS FELIPE SEXTO Centro de Estudio de Innovación y Mantenimiento (CEIM / CUJAE) Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" Ciudad de La Habana. Cuba

- ✓ La inmisión en los puestos de trabajo y la emisión de cada fuente en las condiciones de operación características.
- ✓ Si los niveles sonoros de las distintas áreas exceden los límites especificados por la legislación (o normativas) al respecto.
- ✓ Identificación de las fuentes sonoras principales y la influencia relativa sobre el campo sonoro.
- ✓ Definir los objetivos deseados (o necesarios) con relación al ruido.
- ✓ Disponer de un programa para ejecutar acciones de control para cada fuente.
- ✓ Disponer de los medios de protección adecuados (solamente si fuera necesario).
- ✓ Determinar la reducción alcanzable (técnica y financieramente) en cada área o puesto de trabajo.
- ✓ Supervisar el cumplimiento del Programa.

La ejecución del PCR lleva implícito el desarrollo simultáneo de tres líneas principales de trabajo. Estas se mencionan a continuación:

- 1- Formación y motivación del personal.
- 2- Control técnico administrativo y legislativo
- 3- Protección auditiva y seguimiento audio métrico (mediciones con un sonómetro de manera periódica)

La formación y motivación del personal constituye la "piedra angular" de la efectividad del Programa. El control técnico, administrativo y legislativo resulta de vital importancia pues establecen las pautas para el enfrentamiento al ruido y reflejan la posición de las empresas, y de toda una sociedad, con relación al contaminante. (Aunque nuestro país está muy lejos de tener un ambiente propicio -legislativo- para la contaminación acústica de manera nacional, se pueden tomar medidas institucionales tomadas de otras empresas que ya tienen implantado un sistema de control) La orientación hacia la prevención de la pérdida auditiva es fundamental, debido a que en ambientes de ruido industrial la hipoacusia es el efecto, atribuible al ruido, que con mayor transparencia se manifiesta y puede probarse. Por ello, la protección auditiva y el seguimiento audio métrico resultan vitales.

Recomendaciones para la empresa OMNI MUSIC

La propuesta más eficaz para la reducción del ruido sería la construcción de una cabina de sonido en donde se efectúen las pruebas. Sin embargo mientras esta se encuentre en construcción o se decida el hacerse o no, es necesario atender las siguientes recomendaciones:

- ✓ Realizar las pruebas de sonido aumentando gradualmente el nivel de intensidad del aparato en prueba y cuando este alcance su intensidad mayor descender el nivel gradualmente. Esto hará que la exposición al nivel máximo sea mínima y solo sea para comprobación (de la potencia del aparato) al cliente externo. El trabajador debe usar siempre protección auditiva como precaución, ya que está expuesto con mayor frecuencia a las pruebas de sonido.

- ✓ Si hubiera más personas en la sala de ventas, que han llegado a comprar y tienen que estar presentes en la prueba de sonido, se deberá pedirles que se mantengan detrás de las bocinas, ya que allí no recibirán de frente el golpe de la onda sonora, sino únicamente las ondas reflectadas.
- ✓ Concientizar e Informar a los trabajadores de la importancia de la reducción del ruido para su salud auditiva, emocional y psicológica. Esto puede hacerse con la ayuda de charlas, reuniones, panfletos, test auditivos, etc.

Recomendaciones para la empresa OMNI MUSIC SCHOOL

- ✓ Sustituir los redoblantes acústicos por electrónicos. Esto no solo haría que se redujeran los niveles actuales (aun ya hechas las propuestas) sino ahorrarían espacio y proporcionarían estética al lugar de aprendizaje.
- ✓ Mientras no se realizan las otras propuestas, por causa de falta de fondos destinados a esto, hacer obligatorio el uso de tapones de espuma para los alumnos y profesores de la cátedra de batería. Se podría incluir en el reglamento y que el alumno nuevo que desee ingresar a la clase posea los tapones y los guarde en la escuela para que no los olvide en casa, sino los utilice únicamente cuando tiene que hacer su clase práctica.
- ✓ Realizar mediciones de los niveles de ruido periódicamente. Controlando de esta forma que se mantengan los niveles actuales.
- ✓ Informar a Empleados y alumnos la importancia de la salud auditiva y hacer conciencia en ellos (especialmente los alumnos que pertenecen a las

cátedras con mayores niveles de ruido) que deben respetar el espacio acústico de los demás.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ TIPOS DE EMPRESA, Del libro: «Introducción a la Administración de Organizaciones», Segunda Edición, de De Zuani Rafael Elio, Editorial Maktub, 2003, Págs. 82 al 86.

- ✓ TIPOS DE INVESTIGACIÓN Categoría Administración, estadísticas Descripción Clasificación de tipos de investigación, por autores Caiceo y Mardones. Publicado por ADMI Fecha 07/08/2003 obtenido de la página de internet <http://www.profesiones.cl/>

- ✓ EL MUESTREO EN LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA, Ana Belén Salamanca Castro, Cristina Martín-Crespo Blanco, Centro de trabajo: Departamento de Investigación de FUDEN. 18-2-07 fuente: <http://www.fuden.es/>

- ✓ RESUMEN EJECUTIVO DEL VII CENSOS ECONÓMICOS 2005, Republica De El Salvador C.A., MINISTERIO DE ECONOMIA, Direccion General De Estadistica Y Censos DIGESTYC (2006)

- ✓ MANUAL DE REFERENCIA SOBRE LA ENERGÍA EÓLICA, Nivel sonoro respecto a distancia a la fuente, obtenido de la página de internet: <http://www.intranet.cathedralgrammar.school.nz>

- ✓ CAMPO SONORO EN RECINTOS, fuente: <http://www.lpi.tel.uva.es>

- ✓ CAPSULA DE SALUD, Música suave para reducir el estrés, Por Lorely Ambriz. Oct. 2, 2005.

- ✓ MEDIO AMBIENTE Y SALUD. IMPACTO DEL RUIDO, Isabel López Barrio, Instituto de Acustica. CSIC *Arizmendi*, L. J. (1995). Contaminación acústica y urbanismo. Fundación Bancaja (ed.), La contaminación sonora: evaluación efectos y control. Valencia.

- ✓ LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL, Materia: Leyes de Seguridad vial Categoría: Leyes de Seguridad vial, Origen: ORGANO LEGISLATIVO Estado: VIGENTE, Naturaleza : Decreto Legislativo, N° 477 Fecha:19/10/1995, Reformas: (35) Decreto Legislativo No. 524 de fecha 20 de Diciembre de 2007, publicado en el Diario Oficial No. 238, Tomo 377 de fecha 20 de diciembre de 2007.

- ✓ CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR, Decreto Numero 38

- ✓ ACUERDO QUE APRUEBA LA NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA: Equipos para la medición de emisiones contaminantes vehiculares. Especificaciones y procedimientos de calibración. NSO

17.08.07:04. Materia: Seguridad Vial Categoría: Acuerdo, Origen: ORGANO EJECUTIVO (MINISTERIO DE ECONOMIA) Estado: Vigente, Fecha:31/05/2004

- ✓ LEY DEL MEDIO AMBIENTE, D. O. N° 79, Tomo N° 339, Fecha: 4 de mayo de 1998.

- ✓ CODIGO DE TRABAJO, DO 142 tomo 236, publicación DO 31/07/1972

- ✓ PROPAGACIÓN DEL SONIDO, Ondas Esféricas, obtenido de pagina de internet <http://www.ispmusica.com>

- ✓ FÍSICA DEL SONIDO, kinoki documentales, 2008, fuente: <http://tecnicaudiovisual.kinoki.org>

- ✓ ONDAS Y MOVIMIENTO ONDULATORIO, La Descripción de las Ondas, *by: Nathaniel Page Stites, M.A./M.S.*

- ✓ FÍSICA - Sonido , fuente:<http://www.fisicanet.com.ar>

- ✓ PRINCIPIO DE FRESNEL - Huygens, fuente: <http://www.astrored.org>

- ✓ EL EFECTO DOPPLER, Lunes 24 de septiembre de 2007 del blog QUIERO SABER <http://hoylosabre.blogspot.com/2007/09/el-efecto-doppler.html>

- ✓ GENERALIDADES SOBRE EL SONIDO, CARACTERÍSTICAS, fuente: <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/Otros/Audio/>

- ✓ Tablas Ruido Distancia Potencia, fuente: <http://www.windpower.org/es/stat/>

- ✓ INGENIERÍA ACÚSTICA Y ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA, apuntes de acústica musical, Daniel Maggiolo.

- ✓ MEDICIÓN DEL RUIDO, fuente: <http://www.miliarium.com/proyectos/>

- ✓ MÚSICA CONTRA EL ESTRÉS, EL INSOMNIO Y LA DEPRESIÓN, fuente: <http://blogs.periodistadigital.com/>

- ✓ EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD, Por el M.I. Dr. D. Ferran Tolosa Cabaní, (Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares)

- ✓ Fisiología del Oído, Dr. Rodrigo Iñiguez Sasso, fuente:
<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/Otorrino/Fisiologia.html>

ANEXOS

ANEXO 1 CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONOMETRO UTILIZADO
EN LAS MEDICIONES

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

PRODUCT: SOUND LEVEL METER
MODEL #: CA832
CATALOG #: 2121.23
SERIAL #: 1089EECY
DATE: FEBRUARY 28, 2008

Chauvin Arnoux, Inc./AEMC[®] Instruments certifies that this instrument meets or exceeds specifications as published by the company at the time of shipment. This instrument has been calibrated using standards and instruments traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or other certified laboratories.

Certified by:



Chauvin Arnoux[®] Inc. U.S.A. AEMC[®] Instruments, Managing Director

Chauvin Arnoux[®], Inc
d.b.a. AEMC[®] Instruments
15 Faraday Drive • Dover, NH 03820 USA
Phone: (603) 749-6434 • Fax: (603) 742-2346
www.aemc.com



ANEXO 2: CARACTERISTICAS DEL SONOMETRO UTILIZADO EN LAS MEDICIONES.

Medidor de Nivel Sonoro (Sonómetro) Modelo CA832



El sonómetro numérico CA832 está diseñado para evaluar los ambientes o ruidos, siguiendo los acuerdos internacionales de seguridad y con la legislación en vigor. Está conforme a la norma CEI 651.

El CA 832 es un aparato portátil compacto con visualizador de 2,000 puntos que se puede utilizar en una sola mano y se puede montar sobre un trípode del tipo de los utilizados por los fotógrafos para medidas de larga duración.

Está equipado con 2 curvas de ponderación A y C de medida que toman en cuenta la sensibilidad del oído humano en función de la frecuencia del sonido. La curva A es la curva de uso general en ambiente industrial y la C es más adaptada en presencia de sonidos de baja frecuencia. Además, el modo 'F' (tiempo de respuesta rápida) corresponde a los tiempos de respuesta del oído. El modo 'S' (tiempo de respuesta lento) se utilizará para tener una lectura uniforme cuando el nivel de la señal sonora presente fluctuaciones

Características

- Sencillo de manejar con sólo una mano
- Medición de sonidos según la sensibilidad del oído humano
- Memorización del valor MAXIMO
- Tres rangos de medición desde 35 a 130dB
- Exactitud $\pm 1,5$ dB
- Dos tiempos de ponderación: lento (550 ms) y rápido (55 ms)
- Dos curvas de ponderación de frecuencias: A y C
- Salida auxiliar para grabación
- Trípode de montaje, opcional
- Pantalla retro iluminada
- Liviano y compacto
- Incluye un protector rugoso a pruebas de golpes y resistente al polvo

Aplicaciones

- Plantas Fabriles
- Escuelas, Bibliotecas
- Aeropuertos
- Oficinas
- Estudios
- Auditorios
- Hospitales

Especificaciones

MODELO	CA832
MEDICIONES	
Escalas de Medición	35 a 80dB 50 a 100dB 80 a 130dB
Muestreo	2,5 veces por segundo
Rango de Dynamic	50dB
Gama de Frecuencias	31,5 a 8000Hz
Exactitud	±1,5dB
Resolución	0,1dB
Exactitud	±2,0dB
Pantalla	2000-cortes
Tipo de Sensor	Micrófono eléctrico a condensador (prepolarizado) de 0,5" Medición del Valor Eficaz (TRMS) con ponderación de frecuencias independiente
Normas de Aplicación	IEC 651 tipo 2/ANSI S 1,4 tipo 2/JIS C 1502
Conectores Auxiliares	Salida CC: 10mV/dB – 100Ω Salida DC: 1,0Vrms – 600Ω
Ponderación de Frecuencias	Curvas A y C
Tiempos de Ponderación	S (lento) y F (rápido)
MECÁNICAS	
Pantalla	Pantalla LCD de 3½ dígitos
Temperatura de Operación	32° a 122°F (0° a 50°C), 80% RH sin condensación
Temperatura de Almacenaje	-4° a 140°F (-20° a 60°C), 0 a 80% RH sin batería
Alimentación	Batería Alcalinas tipo 9V
Indicación de Batería Baja	aparece cuando la tensión de la batería está baja
Dimensiones	9,33 x 2,38 x 1,5" (237 x 60,5 x 38mm)
Peso	Approx. 8,11 oz (230g) Incluye batería



Niveles de sonido de la medida en ambientes de oficina.

Construcción



1. Micrófono
2. Indicador de Batería Baja
3. Selector de Escala
4. Selector el cargar de frecuencia ponga a contraluz y de A o de C
5. Selector de Power/mode
6. Salida auxiliar
7. Pantalla de 3½ dígitos
8. Botón MAX
9. Tapa protectora para el tornillo de la calibración



El tornillo de montaje del trípode permite montar en un soporte estándar del trípode. (trípode no incluido.)

Tornillo de montaje del trípode, enchufe auxiliar de la salida y destornillador de la calibración incluido

ANEXO 3 COTIZACION PARA PROPUESTA DE SUSTITUCION DE LA BATERIA ACUSTICA POR LA ELECTRICA



OMNI MUSIC SA DE CV
 Santa Ana, Avenida Independencia sur y 5ta calle sur,
 esquina opuesta a polio campo.
 Telefonos: 2443-3121 y 2443-0880
 omnimusicantana@hotmail.com

COTIZACION



At.: Sr. William Ortiz
 De : Sr. Oscar Stewart Garcia

Fecha: Santa Ana 18 de Mayo 2010

A continuacion presentamos nuestra propuesta , esperando que cumpla con sus expectativas

Cant.	Modelo			
1	DD12	Bateria electrica de 6 pads para ensayo YAMAHA	\$	375.00
1	DP15	Bateria electrica profesional con platos 6 pads y bombo con pedal ROLAND	\$	1,800.00

- * Si cancela con cheque favor remitirlo a nombre de OMNI MUSIC S.A. DE C.V.
 - + Somos Distribuidores exclusivos de los productos Ofertados
 - + Precios Incluyen IVA.
 - + Garantia: 6 meses por desperfecto de fabrica, solamente en sistemas electronicos.
 - + No valida en caso de mal uso o negligencia del usuario.
 - + Oferta valida mientras duren existencias.
 - + Los precios ofertados son de estricto contado efectivo o cheque.
- Esperando que la presente Cotizacion este de acuerdo a sus necesidades; sera un placer poderle servir.



Att. Oscar Stewart Garcia

ANEXO 4: MARCO LEGAL DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL SALVADOR Y SANTA ANA

La contaminación acústica en El Salvador esta aun en sus inicios debido a que no se han tomado las medidas necesarias para combatirla sino únicamente se menciona entre sus leyes a manera de información vaga y sin fundamento. A continuación un detalle de las diferentes leyes que mencionan algo al respecto.

LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL,

TITULO V, CAPITULO UNICO , DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

Art. 101.- El Vice ministerio de Transporte fijará un plazo que vencerá el treinta y uno de diciembre de mil novecientos noventa y siete, para que todos los vehículos automotores que ingresen y circulen con carácter permanente por las redes viales en el país, sean estos, nuevos o usados, deberán estar equipados con un sistema de control de emisiones, incorporados o no al motor, o con cualquier otra tecnología que cumpla con la mitigación de la contaminación ambiental por gases y humo, **e inclusive ruidos**, de acuerdo con los requisitos que se establecen en esta Ley y sus Reglamentos respectivos.

Art. 102.- El Viceministerio de Transporte a través de la Dirección General de Tránsito y de la División de Medio Ambiente de la Policía Nacional Civil y en caso necesario, con colaboración de cualquier otro organismo dedicado a la preservación del medio ambiente que éste designe, será el encargado de regular las especificaciones del sistema de control de emisiones, con la finalidad de minimizar la contaminación ambiental provocada por los vehículos de

combustión interna, sean éstos a gasolina, a aceite diesel u otro tipo de combustible de uso automotriz.

Para todos los vehículos nuevos a gasolina, se establecerán límites máximos de emisión de gases, entre otros, de Oxido de Nitrógeno (NOx), Hidrocarburos no Metanos (NMHC), Monóxido de Carbono (CO) por cada vehículo-Kilómetro medido; así mismo la opacidad causada por el humo, en el caso de motores a aceite diesel; **como también lo referido a los ruidos**, todo lo cual será normado en el reglamento respectivo.

Art. 104.- Las regulaciones sobre dispositivos de control de emisiones de gases, humo y **ruido**, no serán obligatorios en vehículos para competencia o de carrera, vehículos de colección o de interés histórico, tractores, maquinaria agrícola y de terracería.

Art. 105.- Las mediciones de gases, humo y **ruidos** de los vehículos automotores se realizarán en talleres particulares legalmente establecidos y debidamente autorizados por el Viceministerio de Transporte en coordinación con la Secretaría Nacional del Medio Ambiente, los cuales deberán estar diseñados y equipados adecuadamente, para atender eficientemente la demanda de vehículos, por lo que en estos lugares, su servicio principal será el descrito anteriormente. El procedimiento de autorización, selección de talleres y características del mismo, estarán definidos en el Reglamento respectivo.

Los talleres autorizados, al efectuar las revisiones del sistema de control de emisiones de gases, humo y **ruido**, emitirán un certificado membretado, sellado y firmado por el representante legal de la empresa emisora, el cual indicará el nivel de emisiones del vehículo como resultado de la revisión y tendrán validez por un año. Esto no impedirá que la División del Medio Ambiente de la Policía

Nacional Civil, pueda hacer las revisiones de oficio cuantas veces lo considere necesario.

Art. 106.- La Dirección General de Tránsito será responsable de exigir como requisito previo, para la entrega de la tarjeta de circulación del vehículo por primera vez y en cada una de sus refrendas, el certificado vigente de control de emisiones de gases, humo y **ruido**.

Art. 107.- Los propietarios de los vehículos automotores y los propietarios de talleres comprendidos en esta ley, serán los responsables de que los dispositivos para el control de emisiones de gases, humo y **ruidos**, no sean removidos de su vehículo, excepto para las operaciones normales de mantenimiento o recambio de piezas. A los responsables que contravenga estas disposiciones, se le aplicarán las sanciones y multas que se establezcan en esta ley y sus respectivos reglamentos.}

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

CAPITULO I DERECHOS INDIVIDUALES Y SU REGIMEN DE EXCEPCION

SECCION PRIMERA, DERECHOS INDIVIDUALES

ARTÍCULO 2.- Toda persona tiene derecho a la vida, a la integridad física y moral, a la libertad, a la seguridad, al trabajo, a la propiedad y posesión, y a ser protegida en la conservación y defensa de los mismos.

Se garantiza el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen.

Se establece la indemnización, conforme a la ley, por daños de carácter moral.

ARTÍCULO 3.- Todas las personas son iguales ante la ley. Para el goce de los derechos civiles no podrán establecerse restricciones que se basen en diferencias de nacionalidad, raza, sexo o religión.

No se reconocen empleos ni privilegios hereditarios.

ACUERDO QUE APRUEBA LA NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA:

Equipos para la medición de emisiones contaminantes vehiculares.
Especificaciones y procedimientos de calibración. NSO 17.08.07:04.

3.12 **Ruido:** la diferencia promedio de las lecturas obtenidas de pico a pico en una sola fuente durante 20 segundos.

6.2 ESCALAS DE MEDICIÓN, PRECISIÓN Y RUIDO

El analizador debe cumplir con los rangos de operación y requerimientos de exactitud contenidos en la Tabla 1. (Tabla 1 de la norma)

RANGOS DE EXACTITUD Y REQUERIMIENTOS DE EXACTITUD DE LOS ANALIZADORES.

Parámetro	Intervalo	Incertidumbre absoluta	Ruido absoluto
HC	0-400 ppmh	12	6
HC	401 - 1 000 ppmh	30	10

HC	1 001 - 2 000 ppmh	80	20
CO	0 - 2,0 %	0,06	0,02
CO	2,01 - 5,0 %	0,15	0,06
CO	5,01 - 9,99 %	0,40	0,10
CO ₂	0 - 4,0%	0,6	0,20
CO ₂	4,1 - 14,0 %	0,5	0,20
CO ₂	14,1 - 16,0 %	0,6	0,20
O ₂	0 - 10,0 %	0,5	0,30
O ₂	10,1 - 25,0 %	1,3	0,60

$$\text{Ruido} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n}}$$

en donde:

X_i = lectura (L) del conjunto de lecturas.

\bar{x} = el promedio aritmético del conjunto de lecturas.

N = el número total de lecturas.

LEY DEL MEDIO AMBIENTE

CONTAMINANTE: Toda materia, elemento, compuesto, sustancias, derivados químicos o biológicos, energía, radiación, vibración, **ruido**, o una combinación de ellos en cualquiera de sus estados físicos

NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICION: Valores de un parámetro físico, químico o biológico, que indican el máximo o mínimo grado de concentración, o los períodos de tiempos de exposición a determinados elementos, compuestos,

sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, **vibraciones, ruidos o combinación de ellos**, cuya presencia en un elemento ambiental puede causar daños o constituir riesgo para la salud humana.

NORMAS TECNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL: Aquellas que establecen los valores límite de concentración y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, derivados químicos o biológicos, radiaciones, **vibraciones, ruidos, olores o combinaciones de ellos**, cuya presencia o carencia en el ambiente pueden constituir un riesgo para la salud o el bienestar humano, la vida y conservación de la naturaleza.

PROTECCION DE LA ATMOSFERA: Art. 47.- La protección de la atmósfera se regirá por los siguientes criterios básicos: a) Asegurar que la atmósfera no sobrepase los niveles de concentración permisibles de contaminantes, establecidos en las normas técnicas de calidad del aire, relacionadas con sustancias o combinación de estas, partículas, **ruidos**, olores, vibraciones, radiaciones y alteraciones lumínicas, y provenientes de fuentes artificiales, fijas o móviles;

CODIGO DE TRABAJO

ENFERMEDADES ENDOGENAS Afecciones derivadas de la fatiga industrial.

126.- Hipoacusia y sordera: trabajadores **expuestos a ruidos** y trepidaciones, como laminadores, trituradores de metales; tejedores, coneros y trocileros; herreros, remachadores, telegrafistas, radiotelegrafistas, telefonistas, aviadores, probadores de armas y municiones.

REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

Dirección General de Previsión Social y Empleo

CAPITULO V, DE LOS RUIDOS

Art. 20. El Departamento Nacional de Previsión Social, Dictará medidas convenientes para proteger a los trabajadores contra los ruidos que exceden de ochenta decibeles.

Art. 21. Para evitar el ruido en lo posible, es obligatorio que las máquinas estén bien cimentadas, niveladas, ajustadas y lubricadas.

Las transmisiones no deben fijarse en las paredes circundantes ni en otras que puedan transmitir el ruido a las habitaciones vecinas.

En los establecimientos donde el ruido sea muy molesto, debe recubrirse el cielo raso con material absorbente del ruido.

ORDENANZA CONTRAVENCIONAL DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA

TITULO II

DE LAS INFRACCIONES O FALTAS

CAPITULO I

INFRACCIONES CONTRA EL MEDIO AMBIENTE

Art. 19.- El que provocare o permitiere emisión de sonidos cuyo volumen fuere mayor al permitido por las Leyes de la República u operare en un lugar no

permitido por las Leyes y las respectivas Ordenanzas será sancionado con multa de quinientos a un mil colones.

ANEXO 5: PUBLICACION DE LA REVISTA METALMECÁNICA DEL 17 DE SEPTIEMBRE DE 2008 SOBRE LA OPERACIÓN DE UN TALLER DE AFILADO

Información Técnica y de Negocios para la Industria Metalmeccánica en América Latina



17 septiembre 2008

Rectificado

Herramientas de corte, rectificado y operación de un "taller de afilado"

Dr. Anil Srivastava -Gerente de Tecnología de Manufactura en TechSolve, Marzo 2007

Algunos factores hacen de las ruedas de CBN una mejor elección que las ruedas convencionales para afilar herramientas de corte.

El rectificado es el método más común de afilar una herramienta de corte desgastada. El éxito en el afilado de herramientas depende del uso de una rueda de rectificar correcta, el alistamiento de la herramienta y el método de rectificado. Tanto las ruedas convencionales (óxido de aluminio y carburo de silicio) como las superabrasivas (nitruro cúbico de boro o CBN) son usadas para este propósito. Sin embargo, las ruedas convencionales se desgastan más rápido y adquieren una capa brillante y lisa, que reduce la productividad del rectificado y causa daño térmico/metalúrgico a la herramienta que está siendo afilada.

Algunos factores hacen las ruedas de CBN una mejor elección que las ruedas convencionales, para afilar herramientas de corte. En comparación con los abrasivos de óxido de aluminio, los granos de CBN tienen 55 veces mayor conductividad térmica, cuatro veces más resistencia a la abrasión y el doble de dureza. Otra ventaja de los granos de CBN es que ellos no reaccionan químicamente con los aceros y mantienen su resistencia sobre los 10.000 °C. El rectificado con ruedas de CBN también mejora la resistencia a la fatiga y extiende la vida útil de la herramienta de corte. Estos atributos hacen que las ruedas de CBN sean apropiadas para rectificar herramientas de acero rápido y superaleaciones, proporcionando:

–larga vida de la rueda a altas tasas de remoción de material;

–poco o ningún daño térmico en el filo de corte gracias a la acción de corte frío;

- filos de corte consistentes, afilados, sin rebabas y sin pérdida de dureza;
- control más fácil y efectivo sobre los tamaños de la herramienta, su forma y acabado;
- aumento en la productividad de rectificado de herramientas gracias a menores tiempos muertos ocasionados por quiebre y rectificado de la rueda, y menos tiempo requerido para medición, deslizamiento y cambios de la misma.

¿De modo que debería reemplazar su rueda de óxido de aluminio con una rueda de rectificado de CBN? Primero revise si su sistema de rectificado puede tomar ventaja de la productividad potencial que una rueda de CBN ofrece, considerando:

- la máquina rectificadora, la cual debe tener rodamientos de husillo herméticos y deslizaderas cercanas para eliminar la vibración y el ruido, velocidad de husillo constante para aumentar la eficiencia y tasas de avance confiables para preservar la vida de la rueda;
- requerimientos de potencia, porque los materiales rectificados con ruedas de CBN generalmente son duros y requieren más potencia para remover una cantidad dada de material de la pieza de trabajo, y
- si usted está usando el refrigerante apropiadamente.

Selección de la rueda

Dos puntos adicionales deberían considerarse en la selección de una rueda de CBN para operaciones de rectificado de herramientas: tipo de adhesivo y tamaño de grano. Las ruedas unidas por resina son usadas para la mayoría de operaciones de rectificado de herramientas y cortadores. Las ruedas galvánicas se utilizan para rectificado de formas.

Comparación de tamaños de grano	
<i>Ruedas de óxido de aluminio</i>	<i>Ruedas de CBN</i>
46-60	80-140
80-120	170-325
150-220	325-400

Cuando se reemplaza una rueda de óxido de aluminio con una rueda de CBN es prudente seguir las recomendaciones sobre tamaño de grano listadas en la gráfica.

Concentración de la rueda

Las ruedas con concentración 75 a 100 son recomendadas porque proveen buenas tasas de remoción de material, larga vida de la herramienta y generalmente son las más rentables.

Factores como el método de rectificado, el modo de rectificado y las tasas de velocidad y avance utilizadas también afectan la eficiencia de una operación de rectificado de herramientas y cortadores. Por ejemplo, el rectificado puede realizarse con chorro o en seco y ambos pueden dar resultados exitosos. El rectificado en seco con una rueda de CBN unida con resina ha probado ser efectivo. Se recomiendan tasas de avance bajas para evitar quemar la pieza de trabajo durante el rectificado en seco. El rectificado con chorro de lubricante liviano o soluble en agua para servicio pesado resulta muy efectivo. Es importante que el fluido de corte se aplique directamente a la interfaz trabajo/rueda para maximizar la refrigeración y la lubricación.

En cuanto al modo de rectificado, se recomienda el rectificado plano de profundidad (*creep-feed*) cuando la máquina tiene suficiente potencia y rigidez. Este modo de rectificado genera a menudo la productividad más alta, la mayor vida de la herramienta y el mejor acabado superficial. Deben usarse tasas bajas de avance cuando se rectifique en seco. Los cortes gruesos deben tener alrededor de 0.002" (0,05 mm) de profundidad, mientras que los cortes de acabado son generalmente de 0.005" a 0.001" (0,01 a 0,02 mm) de profundidad. Los pases con deslizamiento no son necesarios cuando se usan ruedas de CBN porque si la rectificadora está en buena condición, la medida que se ajuste para la profundidad de corte es lo que efectivamente se retirará de la herramienta a rectificar.

El rectificado convencional con múltiples pases también es muy efectivo para la mayoría de operaciones de rectificado de herramientas y cortadores. Las velocidades recomendadas de la rueda durante el rectificado en seco están en el rango de 3.000 a 4.500 sfpm (15 a 23 m/s). Velocidades más altas de la rueda pueden ocasionar quemado de los filos de la herramienta. En el rectificado con chorro, las velocidades de la rueda en el rango de 5.000 a 6.500 sfpm (25 a 33 m/s) dan excelentes resultados. En general, las velocidades más altas mejoran tanto la vida de la rueda como las tasas de remoción de metal. La tasa de avance transversal debe mantenerse constante por las características de corte frío y libre de las ruedas de rectificado en CBN.

Para tener éxito en la operación de rectificado, las ruedas de CBN deben montarse en un adaptador de alta calidad y la pareja debe mantenerse junta como una unidad para alargar la vida de la rueda. Un indicador de dial debe usarse para posicionar la rueda a 0.001" (0,02 mm) o menos desalineación en la cara de la rueda. También debe usarse un dispositivo de posicionamiento apropiado para un tipo dado de rueda de CBN y la rueda tiene que posicionarse y rectificarse apropiadamente en la máquina en la que se va a usar.

Nuevos desarrollos en las máquinas rectificadoras de herramientas combinan automatización con flexibilidad y prometen incrementar la precisión y la productividad. El uso de ruedas de rectificar de CBN para el rectificado de escariadores, fresas de corte, fresas para engranajes y una gran variedad de herramientas de corte endurecidas, puede reducir el costo de rectificado al tiempo que produce filos de corte con mejor calidad. Las ruedas de CBN duran mucho más que las ruedas de rectificado convencionales y, además, requieren poco o ningún mantenimiento. Los ahorros en el costo de rectificado con ruedas de CBN pueden variar de 20% a 50% y más, según la aplicación.

®Reproducido de Modern Machine Shop con autorización expresa del editor