

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ESTUDIO ACÚSTICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL EN  
MONTEVIDEO - URUGUAY

por

Cecilia Caprani Nartallo

Dissertação para obtenção do Título de  
Mestre em Engenharia

Porto Alegre, Abril de 2017

ESTUDIO ACÚSTICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL EN  
MONTEVIDEO - URUGUAY

por

Cecilia Caprani Nartallo  
Ingeniera Mecánica Industrial

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Mestre em Engenharia

Área de Concentração: Mecânica dos Sólidos

Orientador: Prof. Dr. Ignacio Iturrioz

Co-orientador: Prof. Dr. Juan Pablo Raggio Quintas

Aprovada por:

Prof. Dr. Herbert Martins Gomes - PROMEC / UFRGS

Prof. Dr. Rafael Antonio Comparsi Laranja - PROMEC / UFRGS

Prof. Dr. Tiago Becker - DEMEC / UFRGS

Prof. Dr. Jakson Manfredini Vassoler

Coordenador do PROMEC

Porto Alegre, 19 de Abril de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y a mi hermano por el apoyo diario y acompañarme en cada uno de los caminos elegidos.

A mis amigos, familiares y compañeros de trabajo que aportaron desde su lugar para hacer posible la realización del trabajo.

A mi tutor por su dedicación y tiempo para poder realizar este trabajo.

A la UdelaR y a la UFRGS por el esfuerzo de realizar programas para el desarrollo de los estudiantes.

Al laboratorio y su personal que me abrieron las puertas y ayudaron en la realización de un profundo y serio estudio en sus instalaciones.

## **RESUMEN**

Este trabajo intenta mostrar las condiciones de trabajo en una planta industrial de la ciudad de Montevideo, con el objetivo de comprender la importancia de conocer cuáles son las condiciones en las que las personas se encuentran trabajando y si las mismas se pueden mejorar. Se realizaron relevamientos sonoros de toda la planta industrial obteniéndose niveles en todos los casos menores a 84,0 dB(A). A partir de los resultados obtenidos se realizó un mapa de ruido, se calculó la dosis de ruido de los funcionarios y se estudiaron con profundidad los lugares críticos donde no se cumplan los requerimientos, con el fin de proponer soluciones.

Palabras claves: Ruido; Relevamiento sonoro; Laboratorio; Planta industrial.

## **ABSTRACT**

This work depicts working conditions inside an industrial plant in the city of Montevideo with the aim of highlighting the importance of knowing said conditions and whether or not they can be improved. Sound measurements of the entire industrial plant were made, obtaining levels under 84.0 dB(A) in all cases. With these results, a noise map was made, the noise dose of workers was calculated, and critical areas where requirements weren't met were thoroughly studied in order to propose solutions.

Keywords: Noise; Sound survey; Lab; Industrial plant.

## **RESUMO**

Este estudo tenta mostrar as condições de trabalho em uma planta industrial na cidade de Montevideu, a fim de compreender a importância de conhecer quais são as condições em que as pessoas estão trabalhando, se essas condições estão dentro das normas trabalhistas e se elas podem ser melhoradas. Foram realizadas pesquisas de sons de toda a planta industrial, obtendo-se, em todos os casos, níveis inferiores a 84,0 dB (A). A partir dos resultados obtidos, foi feito um mapa de ruído, foi calculada a dose de ruído dos funcionários e foram estudados em profundidade os pontos críticos, onde as exigências não foram cumpridas, a fim de propor soluções.

Palavras-chave: Ruído; Levantamento de som; Laboratório; Planta industrial.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Estructura del trabajo.....	4
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Sonido y Ruido .....	7
2.2. Acústica en recintos .....	12
2.3. Sistema auditivo.....	14
2.4. Pérdida de la audición.....	16
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
<b>4. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>24</b>
4.1. Uruguay .....	24
4.1.1. <i>Ministerio de Trabajo y Seguridad Social</i> .....	25
4.2. Brasil.....	28
4.2.1. <i>NR 15</i> .....	28
4.2.2. <i>NHO 01</i> .....	29
4.3. Argentina .....	32
4.4. Unión Europea .....	34
4.5. Estados Unidos .....	36
4.6. Exigencias Corporativas .....	38
4.7. Cuadro comparativo.....	40
<b>5. METODOLOGÍA .....</b>	<b>41</b>
5.1. Instrumentos utilizados .....	41
5.1.1. <i>Medidor ambiental 5 en 1</i> .....	41
5.1.2. <i>Medidor portátil Tipo 2250</i> .....	42
5.2. Mediciones.....	44
5.2.1. <i>Metodología de medición</i> .....	44
5.2.2. <i>Trabajo de campo</i> .....	46
5.2.2.1. Primera etapa del relevamiento (relevamiento 01).....	46
5.2.2.2. Segunda etapa del relevamiento (relevamiento 02).....	48
<b>6. RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>49</b>
6.1. Análisis de resultados obtenidos .....	49
6.1.1. <i>Planta Baja</i> .....	52
6.1.1.1. Depósito 1 (D1).....	54
6.1.1.2. Cámara 1 (C1).....	58
6.1.1.3. Recepción y Expedición (RYE).....	60

6.1.1.4.	Mantenimiento (Mant) .....	62
6.1.1.5.	Empaque (EMP).....	65
6.1.2.	<i>Primer Piso</i> .....	75
6.1.2.1.	Depósito 3 (D3).....	77
6.1.2.2.	Cuarto técnico (CT).....	78
6.1.3.	<i>Oficinas</i> .....	80
6.1.3.1.	Oficinas 1 (Of1) .....	80
6.1.3.2.	Oficinas 5 (Of5) .....	83
6.1.4.	<i>Exterior</i> .....	86
6.1.4.1.	Sala de Máquinas (SM).....	86
6.1.4.2.	Entorno (Ex).....	90
6.2.	Cálculo de dosis de ruido.....	96
6.3.	Mapa de ruido .....	100
6.4.	Posibles soluciones .....	103
6.4.1.	<i>Sector de Empaque</i> .....	105
6.4.1.1.	Paneles absorbentes.....	105
6.4.1.2.	Funcionamiento de la planta .....	109
6.4.2.	<i>Sector de mantenimiento</i> .....	110
6.4.2.1.	Instalación de automatismo .....	112
6.5.	Soluciones con Elementos de Protección Personal .....	114
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>119</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>122</b>
	<b>ANEXO A. PLANOS</b> .....	<b>127</b>
	<b>ANEXO B. COMPLEMENTO DE RESULTADOS OBTENIDOS PLANTA BAJA</b> .....	<b>130</b>
B.1.	Oficina 3 (Of3) .....	130
B.2.	Oficina 2 (Of2) .....	130
B.3.	Sala de manufactura 1 (MS1).....	131
B.4.	Sala de manufactura 2 (MS2).....	132
B.5.	Sala de manufactura 3 (MS3).....	133
B.6.	Sala de manufactura 4 (MS4).....	133
B.7.	Cámara 2 (C2).....	133
B.8.	Depósito 2 (D2).....	135
B.9.	Oficina 4 (Of4).....	136
	<b>ANEXO C. COMPLEMENTO DE RESULTADOS OBTENIDOS PRIMER PISO</b> .....	<b>137</b>
C.1.	Comedor (Com) .....	137
C.2.	Centro de cómputos (DC) .....	138
C.3.	Vestuarios (VF y VM) .....	139
C.4.	Depósito 4 (D4).....	140
C.5.	Depósito 5 (D5).....	141
C.6.	Pasillo (Pas).....	141



**ANEXO D. FICHA TÉCNICA PROTECTORES AUDITIVOS ..... 142**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Referencia de niveles sonoro típicos dados en dB(A) por la OIT y sus efectos sobre la salud humana. ....	9
Figura 2.2 Ejemplo de bandas de octava de ancho variable estándar ISO .....	10
Figura 2.3 Valores de umbral de audición y límite de dolor dados en dB(A) para frecuencias estándar ISO .....	11
Figura 2.4 Comportamiento de una onda en recintos: onda incidente, onda reflejada, onda absorbida y onda transmitida.....	12
Figura 2.5 Curva de coeficiente de absorción para fieltro con distintas porosidades en función de la frecuencia. La curva 1 corresponde a la de mayor porosidad, la curva dos corresponde a una porosidad media y la curva 3 corresponde a la porosidad más baja. ....	13
Figura 2.6 Estructura del oído con detalle de partes internas. ....	14
Figura 2.7 Ejemplo del resultado de audiometría realizada en noviembre 2016 por un técnico especializado. Detalle de los niveles sonoros mínimos detectados en dB(A) para cada frecuencia en oído derecho y oído izquierdo. ....	17
Figura 3.1 Criterio de Wister, muestran cuatro zonas en función de los requerimientos de los puestos de trabajo. ....	22
Figura 4.1 Nivel sonoro equivalente por banda de octava para normativa de Estados Unidos .....	37
Figura 5.1 Medidor ambiental 5 en 1 marca Extech. Instrumento utilizado para el relevamiento en la planta industrial. ....	42
Figura 5.2 Medidor portátil tipo 2250 marca Bruel and Kjaer. Instrumento utilizado para el relevamiento de la planta industrial. ....	43
Figura 6.1 Grafica de ejemplo del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO de un punto de la grilla con valores expresados en dB(A).....	51
Figura 6.2 Grafica de ejemplo del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 del análisis temporal de un punto, en la que se muestra el nivel de presión sonora, expresado en dB(A). ....	52
Figura 6.3 Plano de planta del laboratorio con divisiones por sector correspondiente a Planta Baja.....	53

Figura 6.4	Fotografías del momento de toma de mediciones en el depósito 1 en punto PB-D1-23.....	56
Figura 6.5	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el deposito 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-D1-05, PB-D1-07, PB-D1-08, PB-D1-26 y PB-D1-27 con los valores expresados en dB(A). .....	58
Figura 6.6	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en la cámara 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-C1-01 y PB-C1-03 con los valores expresados en dB(A). .....	60
Figura 6.7	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de recepción y expedición del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-RYE-04 y PB-RYE-06 con los valores expresados en dB(A). .....	62
Figura 6.8	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de mantenimiento del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-MANT-03, PB-MANT-04 y EX-MANT con los valores expresados en dB(A). .....	64
Figura 6.9	Grafica del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de mantenimiento para el punto EX-MANT del análisis temporal del nivel de presión sonora equivalente, expresado en dB(A). .....	65
Figura 6.10	Maquinas del sector de empaque. M1 es una maquina empaquetadora, M2 es una maquina etiquetadora, M3 y M4 son cintas transportadoras.....	66
Figura 6.11	Plano de planta correspondiente al sector de empaque donde se muestran la ubicación de las maquinas M1, M2, M3 y M4, así como la ubicación de los puntos de la grilla del sector. ....	67
Figura 6.12	Fotografías del momento de toma de mediciones en el sector de empaque correspondientes a la M2, punto PB-EMP-05 y la M4, punto PB-EMP-03 .....	68
Figura 6.13	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-EMP-01, PB-EMP-05, PB-EMP-09 y PB-EMP-13 con los valores expresados en dB(A). .....	71

Figura 6.14	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque, del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el punto de la grilla del 1° corredor de empaque, PB-EMP-05.....	72
Figura 6.15	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque, del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO , con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora , con los valores expresados en dB(A), para el punto de la grilla del 1° corredor de empaque, PB-EMP-09.....	73
Figura 6.16	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-EMP-06, PB-EMP-07, PB-EMP-10 y PB-EMP-14 con los valores expresados en dB(A). ....	75
Figura 6.17	Plano de planta del laboratorio con divisiones por sectores correspondiente a Primer Piso .....	76
Figura 6.18	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el depósito 3 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-D3-04 y PA-D3-07 con los valores expresados en dB(A). ....	78
Figura 6.19	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el cuarto técnico del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-CT-02 y PA-CT-04 con los valores expresados en dB(A). ....	80
Figura 6.20	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de oficinas 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-Of1-01, PB-Of1-06, PB-Of1-08 y PB-Of1-11 con los valores expresados en dB(A).....	83
Figura 6.21	Fotografías del momento de toma de mediciones en el sector de oficinas 5 en punto PA-Of5-05 .....	84
Figura 6.22	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de oficinas 5 del espectro por banda de octava para frecuencias	

	estándar ISO en los puntos de la grilla PA-Of5-02, PA-Of5-04, PA-Of5-07 y PA-Of5-12 con los valores expresados en dB(A). .....	86
Figura 6.23	Fotografías del momento de toma de mediciones en la sala de máquinas en los puntos SM-01 y SM-04 .....	87
Figura 6.24	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en sala de máquinas del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en dos condiciones de funcionamiento diferentes en el punto de la grilla SM-03 con los valores expresados en dB(A).....	88
Figura 6.25	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en sala de máquinas del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en dos condiciones de funcionamiento diferentes en el punto de la grilla SM-04 con los valores expresados en dB(A).....	89
Figura 6.26	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el primer caso relevado del punto de la grilla del EX-09. ....	91
Figura 6.27	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el segundo caso relevado del punto de la grilla del EX-09. ....	92
Figura 6.28	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), del punto de la grilla del EX-11.....	93
Figura 6.29	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), de los puntos de la grilla del EX-02, EX-15 y EX-18.....	95
Figura 6.30	Ejemplo de dosímetro, equipo utilizado para medir dosis de ruido .....	96

Figura 6.31	Escala de colores – Mapa de ruido.....	100
Figura 6.32	Mapa de ruido PB.....	101
Figura 6.33	Mapa de ruido PA .....	102
Figura 6.34	Ejemplos de paneles absorbentes que pueden llegar a instalarse en una planta industrial de un proveedor particular, se muestran dos posibles formas de instalación.....	105
Figura 6.35	Ejemplo de paneles absorbentes perfilados sugeridos por un proveedor de plaza para instalarse en el caso de estudio presentado correspondiente a la zona de empaque .....	106
Figura 6.36	Coefficientes de absorción sonora para distintas frecuencias y diferentes espesores de paneles acústicos .....	106
Figura 6.37	Dimensiones paneles acústicos que el proveedor puede comercializar .....	107
Figura 6.38	Fotografías del extractor de aire en el sector de mantenimiento en el momento de la toma de mediciones en el punto EX–MANT .....	110
Figura 6.39	Manual extractor de aire actualmente instalado en el sector de mantenimiento, marca Schellenberg, modelo TAD-50/4.....	112
Figura 6.40	Ejemplo de diferentes modelos de protectores auditivos .....	115
Figura 6.41	Protector auditivo tipo orejera, marca 3M, modelo H6A.....	117
Figura 6.42	Protector auditivo tipo tapones de espuma desechables, marca 3M, modelo 1100. ....	117
Figura B.1	Fotografías del momento de toma de mediciones en el depósito 1 en punto PB-MS1-01.....	132
Figura B.2	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en la cámara 2 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-C2-04, PB-C2-05 y PB-C2-06 con los valores expresados en dB(A). ....	135
Figura C.1	Grafica del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el comedor del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en el punto de la grilla PA-Com-01 con los valores expresados en dB(A).....	138
Figura C.2	Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el vestuario femenino y el vestuario masculino del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-VF-03 y PA-VM-02 con los valores expresados en dB(A). ....	140



## LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1	Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma brasilera: NR15.....	28
Tabla 4.2	Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma brasilera: NHO 01.....	30
Tabla 4.3	Tabla de valores de pico admisibles en función de número de impactos según la norma brasilera: NHO 01.....	31
Tabla 4.4	Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma de Argentina .....	32
Tabla 4.5	Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma de Estados Unidos .....	36
Tabla 4.6	Cuadro comparativo exigencias internacionales .....	40
Tabla 6.1	Detalle de la parte 1 del código del PM .....	49
Tabla 6.2	Detalle de la parte 2 del código del PM .....	50
Tabla 6.3	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 1 con los valores expresados en dB(A).....	55
Tabla 6.4	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la cámara 1 con los valores expresados en dB(A).....	59
Tabla 6.5	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de recepción y expedición con los valores expresados en dB(A).....	61
Tabla 6.6	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de mantenimiento con los valores expresados en dB(A).....	63
Tabla 6.7	Tabla de detalle de maquinaria del sector de empaque .....	65
Tabla 6.8	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de empaque con los valores expresados en dB(A).....	68
Tabla 6.9	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 3 con los valores expresados en dB(A).....	77
Tabla 6.10	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del cuarto técnico con los valores expresados en dB(A).....	79
Tabla 6.11	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de las oficinas 1 con los valores expresados en dB(A).....	81
Tabla 6.12	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de las oficinas 5 con los valores expresados en dB(A).....	84



Tabla 6.13	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de máquinas con los valores expresados en dB(A).....	87
Tabla 6.14	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del entorno del edificio con los valores expresados en dB(A).....	90
Tabla 6.15	Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en el de operaciones.....	97
Tabla 6.16	Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en el de mantenimiento.....	97
Tabla 6.17	Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en las oficinas .....	97
Tabla 6.18	Niveles sonoros por sectores .....	98
Tabla 6.19	Materiales, superficie y coeficientes de absorción de paredes pisos y techo del sector de empaque antes de la instalación de paneles acústicos.....	108
Tabla 6.20	Materiales, superficie y coeficientes de absorción de paredes pisos y techo del sector de empaque después de la instalación de paneles acústicos .....	108
Tabla B.1	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 3 con los valores expresados en dB(A).....	130
Tabla B.2	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 2 con los valores expresados en dB(A).....	131
Tabla B.3	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 1 con los valores expresados en dB(A).....	131
Tabla B.4	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 2 con los valores expresados en dB(A).....	132
Tabla B.5	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 3 con los valores expresados en dB(A).....	133
Tabla B.6	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 4 con los valores expresados en dB(A).....	133
Tabla B.7	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la cámara 2 con los valores expresados en dB(A).....	134
Tabla B.8	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 2 con los valores expresados en dB(A).....	136
Tabla B.9	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 4 con los valores expresados en dB(A).....	136

Tabla C.1	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del comedor con los valores expresados en dB(A) .....	137
Tabla C.2	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del centro de cómputos con los valores expresados en dB(A).....	138
Tabla C.3	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del vestuario femenino y vestuario masculino con los valores expresados en dB(A) .....	139
Tabla C.4	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 4 con los valores expresados en dB(A) .....	140
Tabla C.5	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 5 con los valores expresados en dB(A) .....	141
Tabla C.6	Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del pasillo con los valores expresados en dB(A).....	141

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EDT	6 veces el tiempo que demora el nivel sonoro en caer 10 dB
EPP	Elementos de protección personal
HR	Humedad Relativa
IM	Intendencia de Montevideo
ISO	Organización Internacional de Normalización
IVA	Impuesto de valor agregado
LAeq	Nivel sonoro continuo equivalente con ponderación “A”
LAFmax	Máximo nivel sonoro con ponderación “A” y respuesta rápida
LAFmin	Mínimo nivel sonoro con ponderación “A” y respuesta rápida
LASmax	Máximo nivel sonoro con ponderación “A” y respuesta lenta
LASmin	Mínimo nivel sonoro con ponderación “A” y respuesta lenta
Lcrit	Nivel crítico
Le	Nivel de ruido de exposición
Leq(dB(A))	Nivel sonoro equivalente medido en dB(A)
Lex,8h	Nivel de exposición diaria al ruido
Lp	Nivel protegido
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
NBR	Norma Brasileira
NHO 01	Norma de Higiene Ocupacional 01
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NPSc	Nivel de presión sonora de exposición del trabajador con protector
NR 15	Norma Regulamentadora 15
NRC	Coefficiente de Reducción Sonora
NRR	Nivel de reducción de ruido
NRRcampo	Nivel de reducción de ruido obtenido en campo
NRRfab	Nivel de reducción de ruido dado por el fabricante de protectores auditivos
NSP	Valor sonoro al que se está expuesto
NSPconcabina	Nivel sonoro al que se está expuesto con la cabina acústica colocada
NSPsincabina	Nivel sonoro al que se está expuesto sin cabina acústica
NSPteórico	Valor sonoro teórico al que se está expuesto
OIT	Organización Internacional del Trabajo

OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PM	Punto de medición
Ppico	Presión acústica de pico
q	Tasa de duplicación
REAT	Real Ear Attenuation at Threshold
SRT	Superintendencia de Riesgo de Trabajo
Tt	Tiempo de exposición tolerado en horas
USD	Dólares americanos
\$U	Pesos uruguayos

## LISTA DE SÍMBOLOS

B	Bel
Ci	Tiempo de exposición al nivel sonoro continuo equivalente i
dB	Decibeles
dB(A)	Decibeles ponderación A
dB(C)	Decibeles ponderación C
dB(Lin)	Decibeles lineales
HR	Humedad relativa
Hz	Hertz
kg	Kilogramos
kW	Kilowatt
N°	Número
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
mm	Milímetros
n	Número de impactos para una jornada de trabajo
Np	Nivel de pico máximo admisible
P	Presión
Pa	Pascales
Po	Presión de referencia
Ti	Tiempo máximo de exposición permitido para nivel sonoro i
rpm	Revoluciones por minutos
V	Volts
$\alpha$	Coefficiente de absorción
°C	Temperatura en Grados Celcius
°F	Temperatura en Grados Fahrenheit

## 1. INTRODUCCIÓN

Trabajar durante una jornada laboral en condiciones inadecuadas para la salud de las personas, puede traer aparejado una variedad enorme de problemas. Si nos concentramos en las condiciones acústicas del ambiente laboral, también pueden ser muchos los problemas que se originan trabajando en condiciones inapropiadas.

La pérdida de la audición, quizás el más severo de los problemas ligado a la contaminación acústica, es irreversible y se detecta una vez que el daño ya fue producido. Un momento puntual o la exposición sostenida en el tiempo de niveles excesivos de ruido, pueden causar pérdidas irreparables.

Además de la pérdida de la audición, al exponernos a niveles nocivos de ruido podemos tener dificultades para comunicarnos, dificultades de concentración, inquietud, estrés, zumbidos y trastornos del sueño, entre otros.

Si bien existen normas que regulan las condiciones sonoras en las que es posible que un trabajador desempeñe sus tareas y en las que no, es importante que cada uno cuide su salud y exija a las autoridades competentes que se cumpla con la normativa vigente.

A diario, todos los seres humanos estamos expuestos a ruidos. La vida en sociedad nos obliga a convivir con ruidos como los de motores de ómnibus, sirenas de ambulancias, alarmas de autos, conciertos musicales con altos niveles sonoros, entre muchos otros ejemplos que podemos nombrar.

En muchos casos, las personas también se ven obligadas a trabajar en ambientes ruidosos, uno de los contaminantes laborales más comunes. Diariamente, muchos trabajadores se encuentran expuestos a niveles sonoros que podrían ser dañinos para su audición, además de poder sufrir otros efectos perjudiciales para la salud según la publicación “Los efectos de ruido en el trabajo” de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2005.

Con el simple estudio y aplicación de medidas correctivas de fácil implementación, podría lograrse que los trabajadores no se vieran expuestos a condiciones de trabajo insalubres o por lo menos que las condiciones de trabajo mejoraran.

La productividad y el poder de concentración de las personas se ven notoriamente disminuidos cuando se desempeñan tareas en ambientes ruidosos y poco confortables.

Trabajar en estas condiciones no solo es perjudicial para el empleado -principal afectado-, sino que también lo es para el empleador, si esta situación se mantiene en el tiempo.

Existen otras situaciones en las que resulta inviable la aplicación de medidas correctivas y la única solución es el uso de elementos de protección personal. Pero no existe justificación para que una persona sufra problemas auditivos por desempeñar tareas en lugares de trabajo donde el ruido es excesivo.

En general los países poseen normas que regulan las condiciones a las que pueden estar expuestos los trabajadores. Para ello hay organismos con la responsabilidad de hacer cumplir a las empresas dichas normas y existen multas y sanciones para los casos en los que los trabajadores no desempeñan sus tareas en las condiciones que las normas lo establecen.

## **1.1.Objetivos**

El objetivo del trabajo es la evaluación de la condición de ruido de una planta industrial ubicada en Montevideo.

Para ello, se pretende poder obtener un mapa de ruido de toda la planta, como ser las zonas de manufactura, sala de máquinas, oficinas, así como de zonas aledañas. Por otra parte, poder encontrar los niveles de dosis de ruido para los funcionarios del laboratorio.

Otro objetivo del presente trabajo es evaluar el cumplimiento de la normativa legal correspondiente al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) para los trabajadores de la empresa, comparando también con la normativa anterior para ver cómo se modificaron las exigencias. Para complementar, se pretende realizar un estudio del cumplimiento de normativa internacional en países limítrofes (Argentina y Brasil), así como de la Unión Europea y Estados Unidos para poder realizar una comparación de las exigencias en distintos lugares del mundo. Asimismo analizar el cumplimiento de las normas de carácter corporativo de la empresa.

Para finalizar el estudio se intenta obtener, en los casos que no se cumpla con la normativa, soluciones adecuadas para poder así obtener niveles de ruido que no sobrepasen los límites exigidos.



## **1.2.Estructura del trabajo**

El presente trabajo comienza, con una revisión bibliográfica, en el capítulo 2, donde se muestra parte del avance del conocimiento en los temas que se relacionan con el caso de estudio. En particular se define qué se entiende por sonido y por ruido y a partir de este punto, se profundiza en cómo es el fenómeno acústico que sucede en recintos donde el movimiento de la onda sonora no se da de forma libre. Bajo este mismo capítulo, se muestra de forma básica, cómo ocurre el fenómeno de la audición en los seres humanos y cómo y por qué muchas veces las personas sufren de problemas de pérdida de la audición.

En el siguiente capítulo, capítulo 3, se exponen y analizan otras investigaciones realizadas por diferentes autores en relación al tema, los niveles de ruido aceptados, así como temas relacionados al confort acústico.

El capítulo 4 está relacionado con la normativa aplicable, se expone la normativa vigente en distintos países del mundo. Primeramente, se estudian las normas que aplican en Uruguay a través del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de la Intendencia de Montevideo. Luego, se estudian los países limítrofes: Brasil y Argentina. A continuación, se pueden encontrar las exigencias tanto de la Unión Europea como de Estados Unidos. Para finalizar, se presentan las normas corporativas que atañen a la planta industrial donde se realizaron los relevamientos y que depende de una casa matriz que no es uruguaya.

Más avanzado el trabajo, en el capítulo 5: “Metodología”, se presentan dos temas de vital importancia para el trabajo que se realizó. En un principio se muestran las características de los dos instrumentos utilizados en las visitas a la planta industrial. Luego, se muestra la metodología utilizada a la hora de realizar los relevamientos en campo. Durante el relevamiento en la planta industrial se realizaron dos tipos de mediciones; en este apartado se explican claramente los pasos seguidos en cada parte del relevamiento.

En el capítulo 6 se exponen los resultados obtenidos en los relevamientos realizados en las instalaciones. Se detalla uno por uno los distintos sectores de la planta, presentando los resultados de las mediciones para cada área. Los resultados se componen de un primer relevamiento del nivel sonoro en 26 sectores distintos totalizando un total de 172 puntos de medición relevados. En una segunda instancia se relevó el espectro por banda de octava en 45 de estos puntos de medición. La segunda etapa de la toma de mediciones en la planta se realizó

únicamente en los puntos de medición en los que se podía obtener información valiosa para el estudio. Todos estos resultados se resumen en el desarrollo del capítulo.

También en ese mismo capítulo se presentan ejemplos de cálculo de dosis de ruido para jornadas laborales típicas del personal del laboratorio, se muestran los mapas de ruido obtenidos como resultado del relevamiento realizado, las zonas de la planta que se encuentran fuera de la normativa y algunas de las posibles soluciones que podrían ser aplicadas.

El capítulo 7 engloba las conclusiones del trabajo realizado y un abanico de posibles investigaciones a realizarse para complementar el presente trabajo.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Este capítulo comprende un breve resumen de los términos y conceptos básicos necesarios para poder entender de forma integral el presente trabajo. Se releva parte del estado actual del conocimiento en relación al tema que se trata en este estudio e investigaciones actuales.

El capítulo se desarrolla en cinco tópicos: sonido y ruido, acústica en recintos, sistema auditivo, pérdida de la audición y otros estudios realizados.

En un principio se definen conceptos como sonido y ruido y la diferencia entre ambos, la unidad de medición del sonido, las bandas de frecuencia y las zonas de audición para los seres humanos.

A continuación se presenta información para entender cómo es el fenómeno del sonido en recintos donde la onda no se puede desplazar de forma libre.

El tercer apartado trata del sistema auditivo, en el mismo se detallan las partes que conforman el oído humano y como es el mecanismo por el cual es posible oír y por lo tanto comunicarse.

Además, se trata el tema de la pérdida de la audición: cuándo la pérdida de la audición es permanente y cuándo la pérdida de la audición es temporal. Por otro lado también se detalla cómo prevenir posibles casos de pérdida de la audición en la actualidad.

Por último, se exponen distintos casos estudiados por otros autores, que tienen una relación estrecha con el tema y sirven como punto de partida para este análisis.

## 2.1.Sonido y Ruido

Si bien se trata del mismo fenómeno físico se entiende por sonido la sensación producida en el sistema auditivo y por ruido un sonido sin armonía, irregular, en el cual no existe alguna concordancia entre los tonos y generalmente con connotación negativa.

El sonido son vibraciones de las moléculas del aire que se propagan a través de estructuras vibrantes. Se puede definir entonces como una variación de la presión ambiente detectable por el sistema auditivo. La menor variación de presión ambiente detectable por el sistema auditivo es de  $2 \times 10^{-5} Pa$  (umbral de audición), mientras que la variación de presión ambiente capaz de provocar dolor a las personas es del orden de  $60 Pa$  (umbral de dolor).

Para detectar las variaciones de presión como un sonido o un ruido, es necesario que estas variaciones se produzcan en forma cíclica con frecuencias que varían entre los  $20 Hz$  y los  $20.000 Hz$ . Esta es la franja de frecuencias que el sistema auditivo es capaz de detectar.

Las frecuencias bajas corresponden a los sonidos graves, mientras que las frecuencias altas corresponden a sonidos agudos. Otra característica de los sonidos es la altura; los sonidos agudos son los llamados sonidos altos, mientras que a los graves se los llama bajos.

Se adopta el Bel como la unidad de medición del nivel sonoro en homenaje a Alexander Graham Bell, definida por las Ec. 2.1 y Ec. 2.2:

$$bel = \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (2.1)$$

$$dB = 10 \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (2.2)$$

Donde  $P$  es la potencia del sistema y  $P_0$  una potencia arbitraria de referencia. Mundialmente es aceptado el valor de  $2 \times 10^{-5} Pa$  como  $P_0$ .

El decibel (en adelante dB) es una unidad de medida que se utiliza para expresar la intensidad acústica relativa. La aplicación de escalas lineales, como es el Pascal, produce la obtención de valores muy altos, difíciles de manejar. Como el oído responde a los estímulos de forma logarítmica, no lineal, resulta más práctico expresar los parámetros acústicos como la relación logarítmica entre el valor medido y un valor de referencia.

El bel es una medida del nivel de la potencia en relación a la potencia de referencia, pudiendo adoptar valores positivos o negativos dependiendo de la relación entre la potencia y la potencia de referencia.

Al tratarse de una escala logarítmica tiene la característica de que un gran aumento en el nivel de ruido se traduce en un pequeño aumento en el nivel de dB. Así, ante un aumento o disminución de  $3\text{ dB}$  en cualquier nivel, los oídos sentirán que el volumen se duplicó o disminuyó a la mitad respectivamente, tal como se afirma la organización internacional del trabajo.

La mínima variación de potencia sonora detectable por el sistema auditivo es  $1\text{ dB}$ , a lo que se le llama unidad de sensación como describe Bistafa, 2006.

El oído humano no escucha de igual manera todas las frecuencias, las que mayormente percibe son las frecuencias medias. Por esta razón, en muchas ocasiones se utiliza la unidad de medida dB(A) que se diferencia del dB por ser menos sensible a las bajas y altas frecuencias, ponderando así las frecuencias que el oído del ser humano percibe con mayor facilidad. También se utiliza la unidad de medida dB(C), esta ponderación da más peso a las altas frecuencias por lo que frecuentemente se utiliza para los niveles de pico. El dB(Lin) hace referencia a los dB sin aplicarle ningún filtro.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) en su módulo “El ruido en el lugar del trabajo”, muestra el cuadro que se presenta en la Figura 2.1, en el que se pueden ver los niveles sonoros de dB(A) de algunos ruidos típicos y cómo éstos pueden afectar la salud humana.

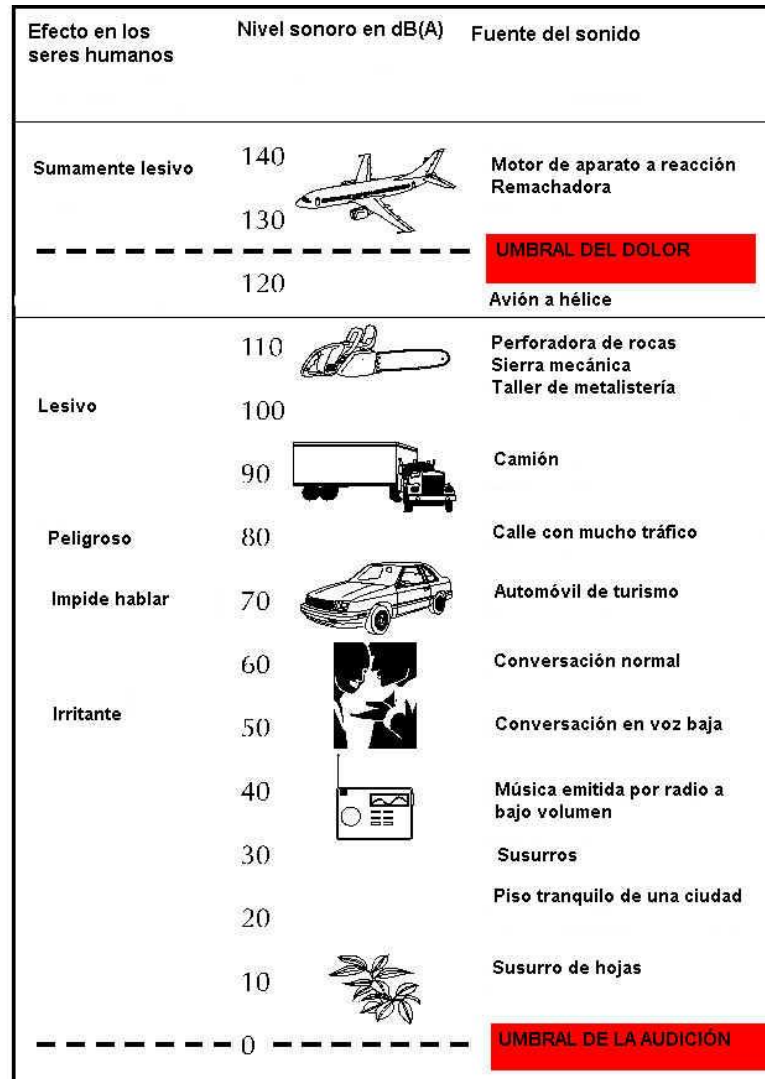


Figura 2.1 Referencia de niveles sonoro típicos dados en dB(A) por la OIT y sus efectos sobre la salud humana. (Fuente: OIT)

El nivel sonoro también depende de la distancia a la fuente. Así por ejemplo, para fuentes puntuales, la presión sonora disminuye su valor a la mitad al duplicar la distancia a la fuente. En términos de decibeles, al duplicar la distancia a la fuente, el nivel sonoro disminuye su valor en 6 dB.

Muchas veces, cuando es necesario un análisis más profundo, se utilizan bandas de frecuencia las cuales quedan definidas por dos frecuencias: una inferior y otra superior. Dado que la percepción del oído humano es proporcional al logaritmo de la frecuencia y no a la frecuencia, directamente se utilizan para el análisis las bandas de octavas, que tienen la característica que son bandas de ancho variable.

Así que conviene definir una octava como una proporción de frecuencias de dos, donde la frecuencia superior es el doble que la inferior. De esta forma, cada banda tiene un ancho de banda de aproximadamente el 70 % de su frecuencia central. Este tipo de bandas se llaman bandas a porcentaje constante. La Figura 2.2 muestra el espectro típico de banda de octava, donde se usan las frecuencias estándar ISO de la banda de octava.

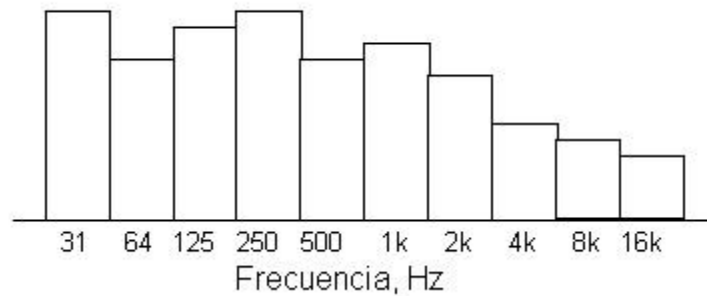


Figura 2.2 Ejemplo de bandas de octava de ancho variable estándar ISO  
(Fuente: Azimadli)

Si bien, como se explicitó con anterioridad, los sonidos entre 20 Hz y 20.000 Hz producen sensación sonora, el oído no es sensible a todas las frecuencias por igual. La experiencia muestra que la sonoridad acústica con la que el oído percibe un sonido depende de la intensidad y de la frecuencia de la onda sonora.

La Figura 2.3 contiene dos curvas: el umbral de audición muestra la mínima intensidad que debe tener un sonido para ser perceptible a diferentes frecuencias y el límite de dolor es la intensidad a la que el oído comienza a percibir sensación de dolor para distintas frecuencias. Los valores de intensidad están dados en dB(A).

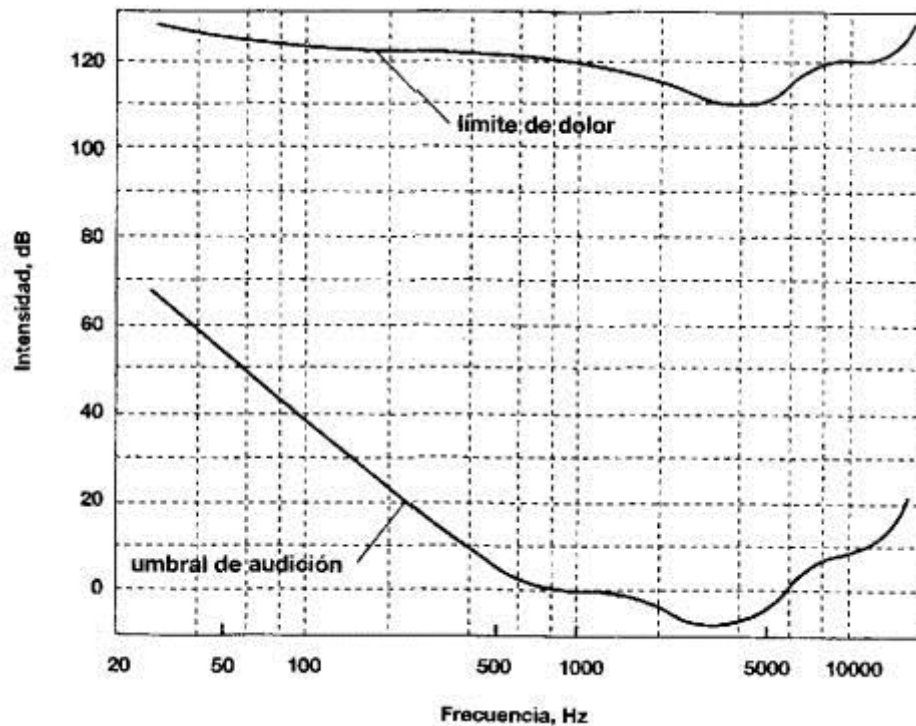


Figura 2.3 Valores de umbral de audición y límite de dolor dados en dB(A) para frecuencias estándar ISO (Fuente: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis, Argentina)

Las dos curvas de la gráfica delimitan tres zonas. Una zona por debajo de la curva que corresponde al umbral de audición (la zona de silencio), entre la curva de umbral de audición y el límite de dolor se ubica la zona de audición normal y por encima de la curva correspondiente al límite de dolor se encuentra la zona de sensación dolorosa.

Las curvas no son exactamente iguales para todas las personas; las mismas pueden variar levemente de un individuo a otro sin que esto signifique una anomalía en el sistema auditivo conforme describe Pedro Alfredo Velasco, 2001.



## 2.2.Acústica en recintos

Se entiende por recinto cualquier lugar cerrado en que la propagación de la onda no se pueda dar en forma libre. Así un recinto puede ser una pequeña oficina, una sala de teatro, un gimnasio o un galpón industrial.

La propagación de la onda en recintos, sufre interferencias con ondas reflejadas en techo, paredes y piso. Cuando el sonido incide en una superficie, parte de la energía es reflejada, parte absorbida y otra parte es transmitida por la superficie como se puede observar en la Figura 2.4.

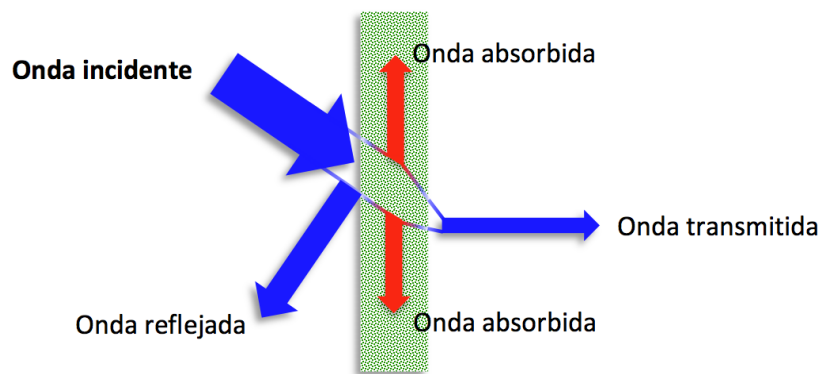


Figura 2.4 Comportamiento de una onda en recintos: onda incidente, onda reflejada, onda absorbida y onda transmitida  
(Fuente: <http://sistemasdecomunicaciones.mex.tl/>)

Los materiales utilizados para absorber el sonido son fibrosos o porosos y el fenómeno por el cual son capaces de absorber el sonido se debe a su gran capacidad de disipar la energía sonora (permiten a las moléculas de aire penetrar y moverse en el material).

Se define el coeficiente de absorción ( $\alpha$ ), como la relación entre la energía sonora absorbida por unidad de tiempo y la energía sonora incidente por unidad de tiempo. Este coeficiente varía con la frecuencia del sonido incidente para los distintos materiales. Por esta razón, la elección del material apropiado para lograr absorber la máxima cantidad de energía posible, depende de la frecuencia del sonido incidente.

En la Figura 2.5 se muestra un ejemplo de tres curvas del coeficiente de absorción en función de la frecuencia para tres fieltros con diferentes porosidades. La curva 1 corresponde al fieltro con alta porosidad, la curva 2 a porosidad media y la curva 3 a un fieltro con porosidad baja.

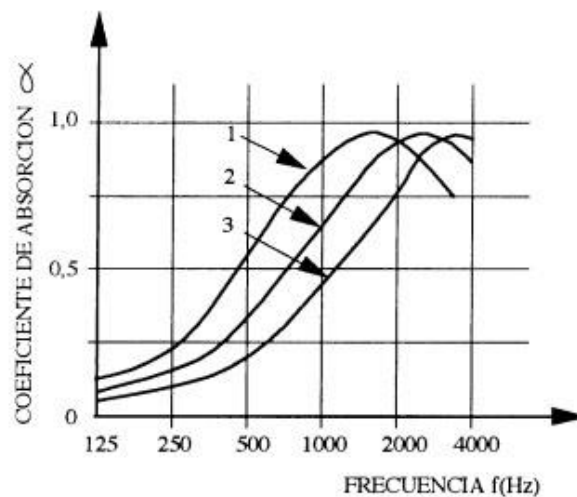


Figura 2.5 Curva de coeficiente de absorción para filtro con distintas porosidades en función de la frecuencia. La curva 1 corresponde a la de mayor porosidad, la curva dos corresponde a una porosidad media y la curva 3 corresponde a la porosidad más baja.

(Fuente: Acústica arquitectónica y medioambiental)

También se define el coeficiente de reducción sonora (NRC) como el promedio de los coeficientes de absorción sonora de las bandas de octava de 250 Hz a 2000Hz, Ec. 2.3. El NRC es un único número que sintetiza las capacidades de absorción del material tal como lo describe Bistafa, 2006.

$$NRC = \frac{(\alpha(250Hz) + \alpha(500Hz) + \alpha(1000Hz) + \alpha(2000Hz))}{4} \quad (2.3)$$

Donde  $\alpha(i)$  es el coeficiente de absorción para la frecuencia  $i$ .

La absorción sonora en recintos no ocurre exclusivamente por las paredes, techo y piso; otros elementos como son personas, muebles y aire también aportan en la absorción sonora total de un recinto. Pero para un estudio preliminar, se considera únicamente la absorción de las superficies de paredes, techo y piso por ser las otras de menor orden.

## 2.3.Sistema auditivo

La audición junto con el tacto, el gusto, la vista y el olfato comprenden los cinco sentidos del ser humano. La función de la audición es transformar las ondas sonoras que alcanzan el oído en impulsos nerviosos que pueden ser interpretados por el cerebro.

El sentido de la audición permite la comunicación con otras personas, una parte importante de la vida personal y de la vida en sociedad. Permite el acceso a información, como por ejemplo, saber que se acerca una ambulancia, que se va el tren o que es hora de levantarse.

El oído tiene tres partes claramente identificadas: oído externo, oído medio y oído interno como se observa en la Figura 2.6. Estas secciones están interconectadas y cada una tiene funciones específicas dentro de la secuencia del procesamiento del sonido.

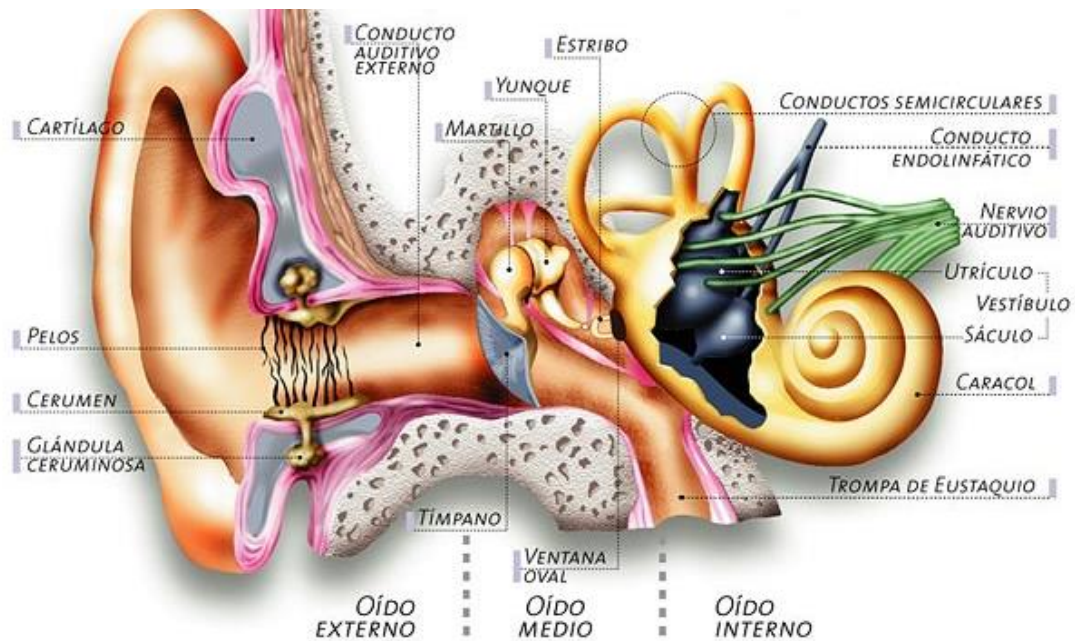


Figura 2.6 Estructura del oído con detalle de partes internas.  
(Fuente: <https://estudiarsonido.wordpress.com/>)

El oído externo está formado por el pabellón auricular y por el canal auditivo. Tiene la capacidad de canalizar la energía acústica, recogiendo las ondas y dirigiéndolas al tímpano. El tímpano se ubica al final del canal auditivo y oficia de división con el oído medio. El oído externo también cumple la función de protección del tímpano y el oído medio.

El oído medio tiene como función la conducción de las ondas sonoras hacia el oído interno. Es un espacio lleno de aire cuya presión se ajusta a la presión ambiente gracias a la trompa de Eustaquio, que lo comunica con la nariz y con la garganta. Dentro de la cavidad

timpánica existen tres huesecillos llamados martillo, yunque y estribo, encargados de conectar acústicamente el tímpano con el oído interno.

El oído interno está constituido por una estructura con forma de caracol -llena de líquido- que cuenta con el laberinto óseo y el laberinto membranoso. La división entre el oído medio y el interno está dada por la ventana oval. El estribo genera movimiento en el líquido del oído interno generando el movimiento de las células ciliadas externas de la cóclea; éstas envían impulsos eléctricos al cerebro, el cual los interpreta como sonido. También en el caracol del oído interno se encuentra el órgano del equilibrio.

El funcionamiento del sistema auditivo comienza cuando al producirse un sonido, el aire vibra creando una onda sonora longitudinal. Esta onda es captada por el pabellón auditivo y es guiada a través del conducto auditivo hasta el oído medio. El tímpano empieza a vibrar y la cadena de huesecillos transmite la vibración hasta la ventana oval del oído interno y la amplifican. En la cóclea la energía mecánica se transforma en energía hidráulica generando el movimiento del líquido, lo que provoca el movimiento de las células ciliadas. Estas envían al cerebro señales eléctricas a través del nervio auditivo, en forma de energía eléctrica. El cerebro interpreta los impulsos produciéndose la audición.

## **2.4.Pérdida de la audición**

Existen dos tipos básicos de pérdida de la audición: la conductiva, que ocurre cuando existe alguna anomalía que impide que el sonido llegue al oído interno y la neurosensorial que ocurre cuando hay lesiones en la cóclea o en las fibras nerviosas. Otra de las posibles causas de la pérdida de la audición puede ser la exposición al ruido.

Los efectos de la exposición al ruido sobre la salud dependen del nivel de ruido y de la duración de la exposición. Los ruidos ambientales con los cuales las personas conviven en el día a día generan efectos nocivos sobre la audición.

Muchas veces los ruidos a niveles elevados pueden generar efectos negativos para la población como puede ser la pérdida de la audición, el aumento de la presión arterial, perturbaciones del sueño, estrés, tensión, interferencias en las comunicaciones verbales, entre otras.

Diferentes efectos pueden ser causados en el sistema auditivo, desde la pérdida temporal de la audición hasta la pérdida permanente de la misma; en ambos casos las lesiones son causadas en las células ciliadas de la cóclea.

La pérdida temporal de la audición, se caracteriza por no poder oír bien o por escuchar un zumbido que desaparecerá normalmente con el paso del tiempo, estando alejado del ruido. En este caso, las células ciliadas se recuperan readquiriendo sus funciones normales. Cuanto más tiempo se esté expuesto al ruido, más tiempo tardará el sentido de la audición en volver a ser normal.

En el caso de la pérdida permanente de la audición los oídos no se recuperan; es un problema que no tiene cura. Sucede después de haber estado expuesto a un ruido elevado durante un tiempo prolongado o exposiciones breves a ruidos muy elevados. Las células ciliadas lesionadas no pueden readquirir su funcionamiento normal o hasta pueden desaparecer.

La única forma que existe hoy para saber si un trabajador sufre de pérdida de audición es mediante exámenes audiométricos, los cuales se deben realizar por un profesional capacitado y evalúan la capacidad de escuchar sonidos.

Además de la pérdida de la audición, el ruido puede acarrear otros problemas como son la pérdida de concentración y coordinación (disminuyendo en algunos casos la productividad),

problemas cardiacos, estomacales o nerviosos debidos al aumento de la presión. También puede causar nerviosismo, insomnio y fatiga.

La evaluación audiológica consiste en varios exámenes que se aplican para el diagnóstico de las alteraciones auditivas. El examen más utilizado para la evaluación cuantitativa de eventuales pérdidas de audición es la audiometría tonal. Consiste en la determinación del menor nivel sonoro necesario para producir sensación de sonido en el oído. Para esto se utilizan tonos puros a diferentes frecuencias, normalmente 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

A modo de ejemplo y para poder entender mejor en qué consiste el examen, se realizó en Noviembre del 2016 una audiometría. La Figura 2.7 muestra el resultado obtenido, se presentan dos gráficas con el mínimo nivel sonoro que la persona detecta en cada uno de los oídos para cada banda de frecuencia.

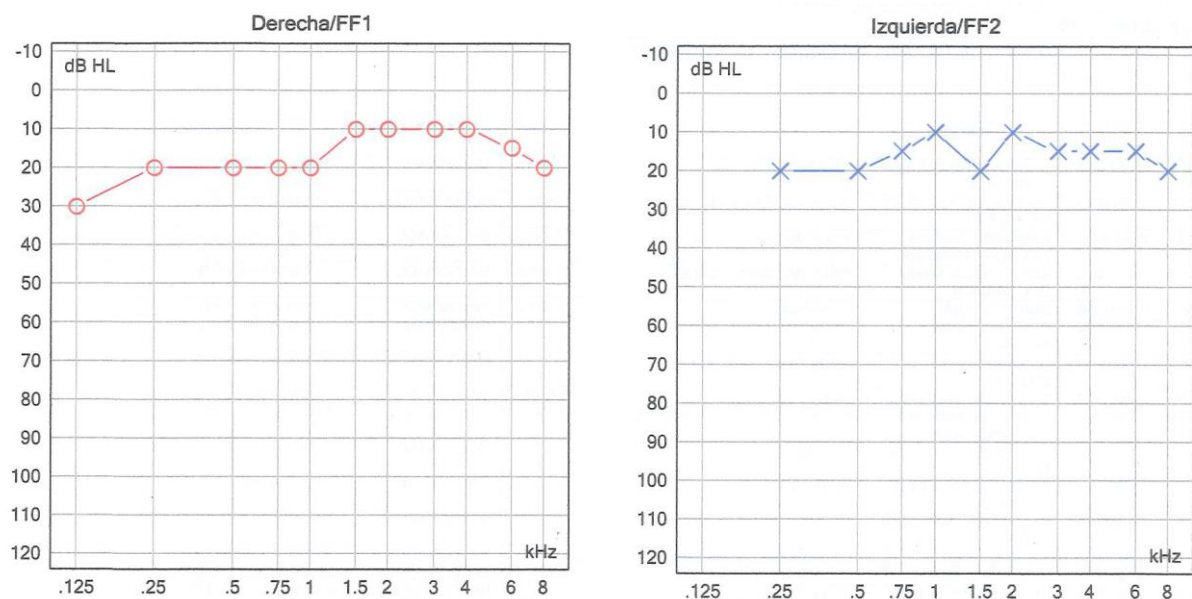


Figura 2.7 Ejemplo del resultado de audiometría realizada en noviembre 2016 por un técnico especializado. Detalle de los niveles sonoros mínimos detectados en dB(A) para cada frecuencia en oído derecho y oído izquierdo.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Existen numerosos estudios realizados a lo largo de muchos países en relación a las condiciones de trabajo y en particular a las condiciones sonoras a las que se encuentran expuestas las personas en su rutina diaria.

En este apartado se presentan resultados obtenidos en algunos estudios que vale la pena mostrar como base y punto de partida del trabajo a realizar.

Según un estudio realizado por Moreno Ceja et al., 2014, en el artículo “Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión” en el que se determinan los niveles de ruido ambiental en una biblioteca, los resultados obtenidos están por fuera de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, que establece máximos de 45 dB(A).

En este estudio, se realizaron mediciones en diez puntos de medición diferentes en tres momentos diferentes del año con un sonómetro CESVA 160, obteniéndose registros por encima de los 60 dB(A) y máximos cercanos a los 70 dB(A). Las principales fuentes de ruido encontradas fueron los usuarios, teléfonos celulares, aviones y equipos de cómputos, a su vez se encuentra que no es adecuado el diseño arquitectónico.

La metodología aplicada para la toma de datos consistió en la selección de la ubicación de los 10 puntos de medición y las tres épocas del año más representativas para realizar las mediciones. En cada uno de los puntos de medición se realizaron mediciones durante cinco minutos, con filtro de ponderación frecuencia A, filtro de ponderación temporal rápida y a una altura de un metro y medio.

Otra investigación realizada, en este caso por Rejane, L. y Martins, F., 2010; tuvo por objetivo “encontrar un perfil audiométrico de pacientes expuestos al ruido, atendidos en el núcleo de salud ocupacional de la fundación hospitalaria de Montes Claros (Hospital Aroldo Tourinho) en Minas Gerais”.

En este caso, se analizaron 1003 trabajadores de varias empresas de la ciudad de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, en la ventana de tiempo que comprende de junio a diciembre del 2006. Fueron estudiadas variables como: sexo, edad, tiempo de exposición al ruido ocupacional, uso de protectores auditivos, etc. Se realizó un análisis estadístico con aquellos trabajadores que a la hora de realizarse el examen tienen un reposo acústico mayor a 14 horas y que están expuestos a niveles de ruido mayores a 85 dB(A).

Entre los resultados obtenidos por los autores de esta investigación, se destacan los que siguen:

- Aproximadamente el 57% de los trabajadores afirman estar expuestos a ruidos de 8 a 10 horas diarias.
- 32,9% de los trabajadores están expuestos a ruidos constantes, el 20,3% a ruidos fluctuantes o intermitentes, 5,6% a ruidos de impacto y el 41,2% no supo definir al tipo de ruido que está expuesto.
- El 61,2% de los trabajadores utiliza algún tipo de protector auditivo.
- Respecto a las audiometrías realizadas, el 13,2% de los trabajadores presenta pérdida auditiva en la oreja derecha mientras que el 15,5% en la oreja izquierda.

Como se concluye por por Rejane Noronha, L. y Martins Dias, F., existe un uso insuficiente de elementos de protección personal por parte de los trabajadores expuestos al ruido y muchas veces, el uso es inadecuado en los casos estudiados.

Según una investigación realizada y publicada por el autor Alonso Diaz, J., 2014, en una empresa metalúrgica “en un tercio de los trabajadores expuestos se obtuvieron audiometrías compatibles con lesiones auditivas por ruido”

El estudio se realizó en el año 2013 en una empresa metalúrgica en Madrid, España y consistió en mediciones del nivel de ruido continuo diario equivalente y del nivel de pico en distintos puestos de trabajo.

En este caso, se observó que el 64% de todos los puestos de trabajo estudiados presentaron un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 dB(A), esto significa 207 trabajadores. A este grupo se le realizaron audiometrías.

El 46% de las audiometrías realizadas resultaron normales, mientras que el 30% presentaban lesiones auditivas por exposición al ruido y el 24% alteraciones inespecíficas no relacionadas con la exposición al ruido.

Del trabajo realizado, el autor concluye que “las variables intensidad de ruido, edad, tiempo de exposición, tipo de protección y frecuencia de uso intervienen directamente en la aparición y en el desarrollo de lesiones auditivas, aunque el grado de participación de cada uno de estos factores con respecto a dichas lesiones es diferente”, por otra parte, “la no utilización de los protectores auditivos adecuados o su uso ocasional -que resulta absolutamente inútil



desde el punto de vista preventivo- en trabajadores expuestos a niveles de ruido elevados es el principal factor determinante de la aparición y desarrollo de lesiones auditivas.

Por su parte, en el artículo titulado “Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrias” de Hernandez, A., y González, B., 2007, se presenta un estudio realizado para determinar el grado de afectación auditiva por ruido en los trabajadores expuestos a ruido industrial en una carpintería de aluminio de la ciudad de La Habana, Cuba.

Otros objetivos de esta investigación fueron: cuantificar los niveles de ruido existentes en los diferentes puestos de trabajo, definir el daño acústico de cada trabajador mediante audiogramas, demostrar la presencia de hipoacusia profesional en los obreros estudiados, entre otros.

El estudio alcanzo a 98 trabajadores, a los que se les realizo una historia clínica, un examen otoscópico y una prueba audiométrica. A su vez se midieron los niveles de ruido en dB(A) en puntos de medición establecidos.

Los resultados arrojaron que en una población mayoritariamente femenina y con un promedio de edad de 39,1 años, nadie utiliza elementos de protección auditiva. De los 13 puntos de medición relevados, en 9 se encontraron niveles de ruido mayores a 85 dB(A) con un máximo de 107 dB(A).

En relación a los exámenes realizados a los trabajadores, 21,5% de las audiometrías fueron normales, mientras que 78,5% presentaron hipoacusia. Se desprende también de estos resultados que las personas más afectadas son las mujeres y los de mayor edad.

Existen varios artículos e investigaciones que tratan los diversos problemas que causa en la salud de las personas la exposición al ruido durante periodos de tiempo prolongados y/o la exposición a niveles de ruido elevados; un ejemplo es la publicación de Gomez, M. et al., 2012, que trata estos temas.

Para esta investigación se realizó un estudio sobre 2691 trabajadores con el objetivo de describir y comparar la disminución en la audición percibida y medida con la meta final de reducir la disminución de la capacidad auditiva en el personal expuesto. El 76% de los trabajadores reportaron su audición como buena o excelente, el restante 24% regular o mala. Sin embargo, la prevalencia de disminución en la audición fue del 42%.

Por otra parte, el estudio establece que no solo son consecuencia de la exposición al ruido la pérdida permanente o temporal de la audición; otros problemas como accidentes laborales, baja eficiencia de operación pueden ser causados por la misma razón. Otros efectos del ruido sobre la salud humana son los problemas cardiovasculares, estrés, trastornos de sueño e interferencia en la conversación.

Si en cambio nos centramos en el confort acústico en los distintos ambientes laborales, los niveles sonoros adecuados para los empleados no necesariamente coinciden con los límites admitidos y en general son notoriamente menores.

El confort acústico se define como “el nivel de ruido que se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daño a la salud, y que además ha de ser aceptado como confortable por los trabajadores afectados. El confort acústico es el nivel sonoro que no molesta, que no perturba y que no causa daño directo a la salud” según un la ficha divulgativa FD-49 publicada por el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Region de Murcia sobre el confort acústico.

En este mismo artículo, se estudian efectos del disconfort acústicos y cuáles pueden ser en general las causas del mismo. En particular se detalla que el origen del disconfort puede estar asociado a los aires acondicionados y los equipos de trabajo, como fotocopiadoras, impresoras, etc. También puede explicarse por lugares de trabajo mal diseñados y por ruidos procedentes de la calle y el mal aislamiento acústico del edificio.

El confort acústico es subjetivo y el estudio observa que va a depender entre otras características de: la actitud del sujeto, de las características del ruido (su frecuencia, tipo de tono y variación), características no físicas y del tipo de actividad que se esté realizando.

Si bien no existen valores normativos para los niveles de confort acústico en diferentes aplicaciones, el estudio presenta dos recomendaciones a aplicar como referencia. Por un lado la guía técnica del RD 488/1997 establece que “para tareas difíciles y complejas el nivel continuo equivalente, LAeq que soporte el usuario, no deberá exceder los 55 dB(A)”. Por otro lado, la norma básica de la edificación 88 NBE-CA-88 establece que los niveles que no se deben sobrepasar en un despacho profesional es de 40 dB(A) y en oficinas el valor es de 45 dB(A).

La investigación “Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales publicada por Águila Soto, A. establece que en las oficinas en las que es importante lograr

cierta concentración y poder comunicarse verbalmente, niveles de ruido entre 55 dB(A) y 65 dB(A) pueden provocar discomfort en los puestos de trabajo.

Esta misma investigación llega al resultado de que “no se han permitido establecer en un nivel de ruido aceptable para una oficina, aunque existe cierto consenso en considerar que cuando el nivel de ruido excede de 50 dB(A) se produce un incremento notable de quejas.

A su vez este trabajo presenta la gráfica del criterio de Wisner, donde se definen cuatro zonas que discriminan distintos requisitos para diferentes tipos de trabajos según el grado de concentración necesario, en un gráfico nivel sonoro en función de la frecuencia. La Figura 3.1 muestra el criterio de Wister.

La zona I corresponde a una zona con niveles sonoros apropiados para el sueño y para trabajo intelectual complejo. La zona II es adecuada para el trabajo administrativo o comercial. La Zona III presenta niveles en los que el trabajo es difícil. La zona IV corresponde a una zona de ruido.

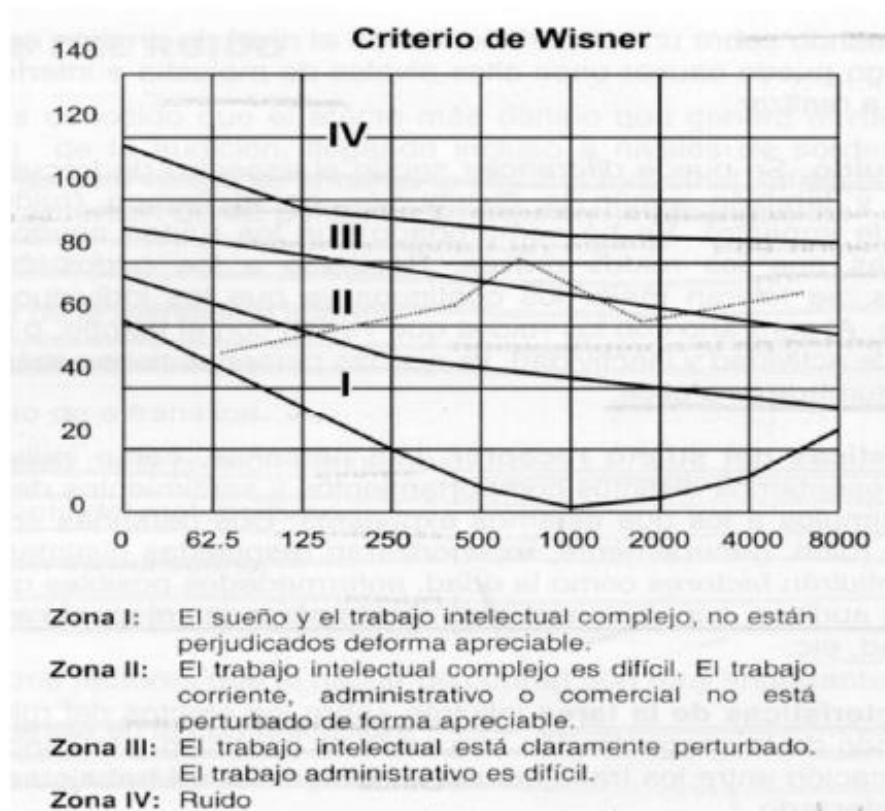


Figura 3.1 Criterio de Wister, muestran cuatro zonas en función de los requerimientos de los puestos de trabajo.

Por su parte, en la investigación “Confort acústico: el ruido en oficinas” de Hernández Calleja, A. se establecen algunas de las condiciones necesarias para que la jornada laboral sea bajo condiciones de confort.

Este trabajo detalla que se pueden considerar cuatro fuentes de ruido; el precedente del exterior, el de las instalaciones del edificio, el de los equipos de la oficina y el producido por las personas. Por otra parte, establece que la respuesta al ruido depende, entre otros, de la actitud de las personas frente a la fuente de ruido. Bajo condiciones de disgusto, cualquier ruido será percibido como molesto.

En relación a los niveles de ruido que en una oficina son considerados como molestos, esta investigación describe que a partir de 50 dB(A), las quejas se ven incrementadas.

## **4. NORMATIVA APLICABLE**

En este apartado se estudia la legislación vigente en distintas partes del mundo. En particular se van a estudiar como referencia la normativa de Uruguay, Brasil, Argentina, Unión Europea, Estados Unidos y las exigencias corporativas.

El objetivo es comparar las similitudes y diferencias de las distintas exigencias de cada uno de los países que se van a estudiar.

### **4.1. Uruguay**

En Uruguay el 10 de diciembre del 2004 fue promulgada y 24 de diciembre de 2004 fue publicada la Ley N° 17.852 de protección contra la contaminación acústica que tiene por objeto la prevención, vigilancia y corrección de las situaciones de contaminación acústica, con el fin de asegurar la debida protección a la población, otros seres vivos y el ambiente contra la exposición al ruido. En esta Ley queda definido lo que se entiende por ruido y por contaminación acústica.

El artículo 2 de esta Ley expresa: “Se entiende por ruido todo sonido que por su intensidad, duración o frecuencia, implique riesgo, molestia, perjuicio o daño para las personas, para otros seres vivos o para el ambiente o los que superen los niveles fijados por las normas”.

El artículo 3 de esta Ley expresa: “Se entiende por contaminación acústica a los efectos de esta ley, la presencia en el ambiente de ruidos, cualquiera sea la fuente que los origine, cuyos niveles superen los límites que establezca la reglamentación”.

Esta ley expresa que corresponde al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, la coordinación de las acciones del Estado y de las entidades públicas en general. En particular le corresponde: determinar los objetivos nacionales de calidad acústica asociados a los niveles de inmisión sonora, así como los estándares de emisión; establecer planes nacionales de reducción de la contaminación acústica; colaborar con las autoridades departamentales y locales en la prevención y control de la contaminación acústica; etc.

Por otra parte, a las autoridades departamentales y locales les corresponde: establecer la zonificación acústica de las áreas sujetas a su jurisdicción, incluyendo la delimitación de zonas de protección sonora en las mismas; otorgar permisos a las actividades emisoras de sonidos y realizar controles y monitoreos necesarios para el control de tales actividades; aplicar sanciones correspondientes.

Para establecimientos que ocupen trabajadores, sean asalariados dependientes o por cuenta propia, se aplicarán las normas en la materia, estando sujetos al contralor del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (en adelante MTSS), sin perjuicio de las facultades que a otros organismos correspondan.

En el apartado siguiente en relación al MTSS se detalla la normativa de dicha entidad pública en relación a los niveles de ruido admitidos teniendo en cuenta las atribuciones que la Ley 17.852 le otorga.

#### **4.1.1. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social**

En Uruguay, el MTSS es el responsable de diseñar, ejecutar, controlar y evaluar las políticas, planes y programas referidos a la actividad laboral, el empleo y la formación profesional, las prestaciones sociales y alimentario-nutricionales y la seguridad social tal como lo explicita la misión del mismo.

En ese sentido, el MTSS desarrolla, entre otros, la normativa respecto a la Seguridad e Higiene. En particular, en relación al ruido está en vigencia el Decreto 143/012: Fijación de medidas para evitar las consecuencias perjudiciales en la salud de los trabajadores, por la intensidad de la presión sonora (ruido). El Decreto 143/012 vigente desde el 26 de abril de 2012 deroga parte del Decreto 406/988 del 3 de junio de 1988 aumentando las exigencias respecto a los niveles máximos permitidos.

A continuación se exponen los requisitos exigidos por los dos decretos en relación a los ruidos admisibles.

##### Decreto 406/988: Reglamento de seguridad e higiene ocupacional

Título IV: Medidas preventivas específicas frente a los riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos; Capítulo III: Riesgos físicos.

Los artículos 12, 13 y 14 del decreto establecen:

Art. 12. “A los efectos de evitar las consecuencias perjudiciales del ruido sobre la salud de los trabajadores, deberán tomarse las medidas adecuadas de prevención técnica - eliminación o reducción del ruido en su fuente de origen o control de su propagación al medio

ambiente o administrativas, en vistas de reducir el factor ruido como agente causal de enfermedad y molestias.

Se requerirá el uso obligatorio de medio de protección personal auditiva cuando el nivel de intensidad sonora, el puesto de trabajo considerado sea superior a 85dB(A) y luego de haberse agotado las posibilidades anteriores o las mismas sean de muy difícil aplicación o ejecución debidamente demostrado ante la autoridad oficial competente”.

Art. 13. “Para las medidas de control administrativo la autoridad competente fijará los tiempos máximos de trabajo, así como los períodos y las condiciones de descanso en cada caso, teniendo en cuenta:

- a) Nivel de ruido al que está expuesto el trabajador;
- b) Composición del ruido de acuerdo al espectro de frecuencias”.

Art. 14. “Los trabajadores ocupados en tareas con exposición a ruido de intensidad superior a 85dB(A) deben ser sometidos a exámenes de Audiometría Tonal Liminar, al ingreso a la función, como también en forma periódica, a efectos del diagnóstico previo de daños al oído según lo que determine la autoridad competente”.

Título V: Medios de protección personal; Capítulo IV: Protección de oídos.

El artículo 10 establece que:

“Todo el personal que sea ocupado en tareas en ambientes ruidosos que superen los límites Higiénicos de Exposición, deberá ser provisto de protectores auditivos que aseguren la necesaria atenuación en función del tipo de ruido, nivel de intensidad y frecuencia. Ello sin perjuicio de las medidas generales de aislamiento e insonorización que proceda adoptar.

Esos elementos deben ser mantenidos por el usuario en perfectas condiciones de higiene y aseo”.

Decreto 143/012: Fijación de medidas para evitar las consecuencias perjudiciales en la salud de los trabajadores, por la intensidad de la presión sonora (ruido).

El artículo 1 del decreto establece:

“A efectos de evitar las consecuencias perjudiciales en la salud de los trabajadores por la intensidad de la presión sonora (ruido), deberán tomarse las medidas de prevención técnica,

eliminación o reducción de su intensidad, en su fuente de origen o control de su propagación al medio ambiente, salvo que las mismas sean de muy difícil aplicación o ejecución, debidamente demostrado ante la Inspección General del Trabajo y la Seguridad Social. También y en caso de ser necesario deberán tomarse medidas administrativas tendientes a generar la reducción del periodo de exposición al riesgo. Sin perjuicio de lo establecido en el inciso anterior, se requerirá el uso obligatorio de medios de protección personal auditiva cuando el nivel de intensidad sonora del puesto de trabajo considerado sea superior a 80 dB(A)".

Si bien ni el decreto vigente en la actualidad, ni el anterior hacen referencia a si se trata de valores puntuales o continuos, en general se toman como valores continuos para jornadas laborales de 8 horas diarias y 5 días a la semana.



## 4.2. Brasil

En Brasil, el Ministerio de Trabajo y Empleo se ocupa de dictar las normas para el cuidado de la salud de la población. Existen las Normas de Higiene Ocupacional del Fundacentro que recientemente publicó la NHO 01 (Norma de Higiene Ocupacional 01) que da tratamiento al ruido ocupacional.

El Fundacentro pertenece al Ministerio de Trabajo y Empleo y es una unidad técnica encargada de investigar los problemas de seguridad, higiene y medicina en el trabajo y del asesoramiento a órganos públicos y entidades privadas para la implementación de medidas correctivas y preventivas en materia de seguridad.

Por otro lado, también existe la NR 15 (Norma Regulamentadora 15), la cual es una norma anterior a la NHO 01 y que presenta algunas diferencias, siendo ésta la razón por la que se generan desconciertos al momento de realizar mediciones ocupacionales. Los criterios que se tienen en cuenta en la norma NHO 01 están basados en tendencias internacionales, pudiendo no existir equivalencia con los criterios legales dispuestos en la NR 15. Tanto la NR15 como la NHO 01 son aplicables en cualquier situación de trabajo a la exposición ocupacional, al ruido continuo o intermitente y al ruido de impacto.

### 4.2.1. NR 15

La NR 15 establece el tiempo máximo diario de exposición dependiendo del nivel sonoro al que se está expuesto y una tasa de duplicación de 5 dB(A). Esto quiere decir que, si se aumenta en 5 dB(A) el nivel de ruido al que se está expuesto, el tiempo máximo diario de exposición se reduce a la mitad. La Tabla 4.1 muestra los tiempos de exposición máximos para distintos valores de nivel sonoro.

Tabla 4.1 Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma brasilera: NR15

Nivel sonoro (dB(A))	Tiempo máximo diario
80	16 horas
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 min
110	15 min
115	7,5 min

Se establece también, que no está permitida la exposición a niveles de ruido mayores a 115 dB(A) para personas que no están adecuadamente protegidas.

Para calcular la dosis diaria de trabajadores que están expuestos a varios periodos de exposición a ruidos de diferentes niveles, se deberá proceder según la Ec. 4.1 para poder tener en cuenta los efectos combinados.

$$Dosis = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (4.1)$$

Donde  $C_i$  es el tiempo total que el trabajador está expuesto al nivel sonoro  $i$ ; y  $T_i$  es el tiempo máximo de exposición diaria permitido para el nivel sonoro  $i$ . Si la dosis calculada de esta forma es mayor a la unidad (1), entonces la exposición supera el límite de tolerancia.

Se define el ruido de impacto como aquel que presenta picos de energía acústica de duración inferior a un segundo, a intervalos superiores a un segundo. Se establece el límite de tolerancia para el ruido de impacto en 130 dB(Lin).

A los trabajadores que desempeñan tareas en condiciones insalubres, o lo que es lo mismo, por encima de los límites de tolerancia de la NR15, les corresponde un adicional en su remuneración. Este adicional equivale al cuarenta por ciento en los casos de insalubridad de grado máximo, veinte por ciento para los casos de insalubridad de grado medio y diez por ciento para los casos de insalubridad de grado mínimo.

Es competencia de la autoridad regional en materia de seguridad y salud del trabajador la comprobación de insalubridad. Un ingeniero de seguridad o un médico de trabajo debidamente habilitado, fija el adicional que les corresponde a los empleados expuestos a insalubridad, siempre y cuando sea imposible eliminar dicha situación y desempeñar la tarea en condiciones seguras.

#### **4.2.2. NHO 01**

La norma no está vigente en la actualidad, la crea el Fundacentro y será la que en un futuro sustituya a la NR15. Es por esta razón y porque es más exigente, que en muchos casos se opta por utilizar la NHO 01 como guía.

Para el caso de la norma NHO 01 se establece que la tasa de duplicación es de 3 dB; los valores para este caso se muestran en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma brasilera: NHO 01

Nivel sonoro (dB(A))	Tiempo máximo diario
80	25,40 horas
82	16 horas
85	8 horas
88	4 horas
91	2 hora
94	1 hora
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	3,75 min
109	1,87 min
112	0,93 min
115	0,46 min

La NHO 01 establece que para ruido continuo o intermitente, los límites de exposición diarios corresponden a una dosis de 100% para 8 horas a un nivel de 85 dB(A). El nivel de acción se establece en una dosis diaria del 50% (correspondiente a 82 dB(A)) y el valor límite al cual no es aceptada la exposición en ningún momento de la jornada laboral en 115 dB(A).

Para el cálculo de dosis -según los criterios adoptados por la norma NHO 01- no serán consideradas exposiciones a niveles de ruido inferiores a 80 dB(A).

Para el tratamiento de los ruidos de impacto, es necesario calcular la cantidad de impactos producidos durante la jornada de trabajo. Los valores de pico máximos admisibles dependen de este número y se calculan a partir de la Ec. 4.2.

$$N_p = 160 - 10 * \log(n) \quad [dB(Lin)] \quad (4.2)$$

Donde  $N_p$  es el nivel de pico máximo admisible y  $n$  es el número de impactos para una jornada de trabajo.

En la Tabla 4.3 se muestran valores de pico admisible para diferentes números de impactos.

Tabla 4.3 Tabla de valores de pico admisibles en función de número de impactos según la norma brasilera: NHO 01

Numero de impactos (n)	Valor de pico (Np)
100	140
316	135
1000	130
3162	125
10000	120

Si el número de impactos es mayor a 10.000, se deberá considerar como un ruido continuo o intermitente. El límite máximo para el valor de pico para un ruido de impacto al cual no es aceptada la exposición en ningún momento de la jornada laboral en 140 dB(Lin).

Para los casos donde se producen simultáneamente ruidos de impacto y ruidos continuos o intermitentes, la evaluación de niveles de ruido se debe realizar de forma independiente.

En todos los casos en los cuales, de la evaluación de ruido resulte que los valores detallados son superados, se deberán tomar acciones. Entonces, si se supera la dosis diaria o lo que es lo mismo el límite de exposición, deberán tomarse medidas de control inmediatas. Por otro lado, en caso de superarse el 50% de dosis o nivel de acción se deberán tomar medidas preventivas para el control de ruido.

Para los casos en que la duración de la jornada de trabajo es diferente a ocho horas, los cálculos y comparaciones con los niveles admisibles anteriores deberán realizarse con los valores obtenidos para el nivel de exposición normalizado que convierte los valores de exposición a una jornada patrón de ocho horas diarias.

### 4.3.Argentina

En Argentina, el organismo público encargado de la seguridad de las personas en el trabajo es la Superintendencia de Riesgo de Trabajo (SRT), que depende del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Presidencia de la Nación.

La ley 19587: Sobre higiene y seguridad en el trabajo del mes de Abril de 1972, en el capítulo 13 establece las condiciones de trabajo aceptadas en relación a ruido y vibraciones.

En la Tabla 4.4 se muestra el tiempo máximo admisible de exposición a diferentes niveles sonoros.

Tabla 4.4 Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma de Argentina

Nivel sonoro (dB(A))	Tiempo máximo diario	Nivel sonoro (dB(A))	Tiempo máximo diario
80	24 horas	112	0,94 min
82	16 horas	115	28,12 seg
85	8 horas	118	14,06 seg
88	4 horas	121	7,03 seg
91	2 hora	124	3,52 seg
94	1 hora	127	1,76 seg
97	30 min	130	0,88 seg
100	15 min	133	0,44 seg
103	7,5 min	136	0,22 seg
106	3,75 min	139	0,11 seg
109	1,88 min		

Para el cálculo de la dosis de exposición se debe utilizar la expresión dada por la Ec. 4.3:

$$Dosis = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (4.3)$$

Donde  $C_i$  es el tiempo de exposición al nivel sonoro continuo equivalente  $i$ ; y  $T_i$  es el tiempo máximo de exposición permitido para el este nivel sonoro  $i$ .

Observación: La Ec. 4.3 se basa en la información de la SRT: Superintendencia de Riesgos de trabajo, Argentina. Si bien en este documento de la SRT, la dosis aparece definida de otra manera, se entiende que es incorrecta, ya que en un ejemplo presentado para el cálculo de dosis utiliza la Ec. 4.3.

Para la realización de los cálculos se tendrán en cuenta todas las exposiciones al ruido en el lugar de trabajo que sean mayores o iguales a 80 dB(A).

En ningún caso se permitirá la exposición de trabajadores a ruidos de nivel sonoro de pico ponderado C mayores que 140 dB(C), sin importar si se trata de ruidos continuos, intermitentes o de impacto.

Cuando los límites sean superados, se procederá a reducir los valores adoptando las correcciones que se detallan a continuación y en este orden:

- Procedimientos de ingeniería, ya sea en la fuente, en las vías de transmisión o en el recinto receptor
- Protección auditiva del trabajador
- Reducción de tiempos de exposición

Todos los trabajadores expuestos a una dosis mayor a 85 dB(A) de nivel sonoro continuo equivalente, deberán ser sometidos a exámenes audiométricos. Si se detecta un aumento persistente en el umbral auditivo, los trabajadores afectados deberán utilizar protectores auditivos de forma ininterrumpida. En caso de continuar dicho aumento, la persona deberá ser transferida a otras tareas no ruidosas.

#### 4.4.Unión Europea

La legislación de la Unión Europea define normas uniformes sobre las emisiones de ruido en distintos ámbitos, que limitan los niveles de ruido de máquinas de uso en exteriores, del tráfico rodado y ferroviario así como de los aviones y que protegen a las personas en el puesto de trabajo.

Los fabricantes de equipos deben garantizar que cumplen con la normativa vigente en relación al ruido, además de etiquetarlos adecuadamente. Los usuarios deben asegurarse que los equipos cumplen con la normativa aplicable. La legislación nacional puede fijar restricciones en cuanto al horario de funcionamiento de los diferentes equipos en lugares determinados.

En relación a los requisitos sobre seguridad y salud, los empresarios tienen la responsabilidad de proporcionar protección a los trabajadores si el nivel de ruido en el entorno de trabajo supera ciertos niveles.

Para el caso de la Unión Europea, es aplicable la directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruidos). Esta directiva no impide a los Estados miembros mantener o introducir medidas de protección más estrictas.

Establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra riesgos para su seguridad y su salud, originados o que puedan originarse por la exposición al ruido, en particular los riesgos para el oído. Las disposiciones se aplican a riesgos derivados del ruido como consecuencia del trabajo.

Los valores límites de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción respecto a los niveles de exposición diaria al ruido y la presión acústica de pico son los siguientes:

- Valores límites de exposición:  $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB}(A)$  y  $P_{pico} = 200 \text{ Pa}$ ;
- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:  $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB}(A)$  y  $P_{pico} = 140 \text{ Pa}$ ;
- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:  $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB}(A)$  y  $P_{pico} = 112 \text{ Pa}$ .

Donde el nivel de exposición diaria al ruido,  $L_{EX,8h}$ , es el promedio ponderado en el tiempo de los niveles de exposición al ruido para una jornada de trabajo nominal de ocho horas, se consideran todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulso; y la presión acústica de pico,  $P_{pico}$ , es el valor máximo de la presión acústica instantánea ponderada C en frecuencia.

Para el cálculo de los valores límites de exposición, se tendrá en cuenta la atenuación dada por los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. En cambio, esta atenuación no será tenida en cuenta para el cálculo de los valores límites de exposición que dan lugar a una acción.

Para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, se podrá usar el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria, para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, debiendo ser inferior a 87 dB(A) y adoptando medidas apropiadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades

Se deberá atacar los riesgos asociados a la exposición al ruido primeramente en la fuente que lo genera con el fin de eliminarse o reducirse al nivel más bajo posible. El empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización destinado a reducir la exposición al ruido.

Los lugares de trabajo en los que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción deberán ser debidamente señalizados. Además, en caso de ser posible se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a los mismos.

De no haber otros medios de prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores, para que los usen, protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados.

El empresario velará para que los trabajadores que se vean expuestos -en el lugar de trabajo- a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido.



## 4.5.Estados Unidos

En Estados Unidos la organización responsable de la normativa ocupacional es el “Department of Labor” a través de las “Occupational Safety and Health Administration” (OSHA), en “General Industry Standards 1910.95: Occupational noise exposure”.

Esta norma establece que la protección contra los efectos de la exposición al ruido es obligatoria cuando los niveles sonoros superen los que se muestran en la Tabla 4.5 cuando se mide en una escala “A” con un decibelímetro de respuesta lenta.

Tabla 4.5 Tabla de tiempos máximos diarios permitidos para cada nivel sonoro según la norma de Estados Unidos

Duración por día, en horas	Nivel sonoro en dB(A), respuesta lenta
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25 o menos	115

Si la exposición diaria al ruido se compone de dos o más periodos de exposición a ruidos de diferentes niveles, se debe considerar el efecto combinado. Si la suma dada por la ecuación 3.4 excede la unidad se considera que se excede el valor límite.

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (4.4)$$

Siendo  $C_i$  el tiempo total de exposición a un nivel de ruido específico y  $T_i$  el tiempo total de exposición permitido para ese nivel de ruido.

La exposición a ruidos de impulsos o impactos no debe exceder los 140 dB de presión sonora de pico.

Cuando los niveles de ruido se determinan por análisis por banda de octava, el nivel sonoro equivalente con ponderación “A” se puede determinar utilizando la Figura 4.1.

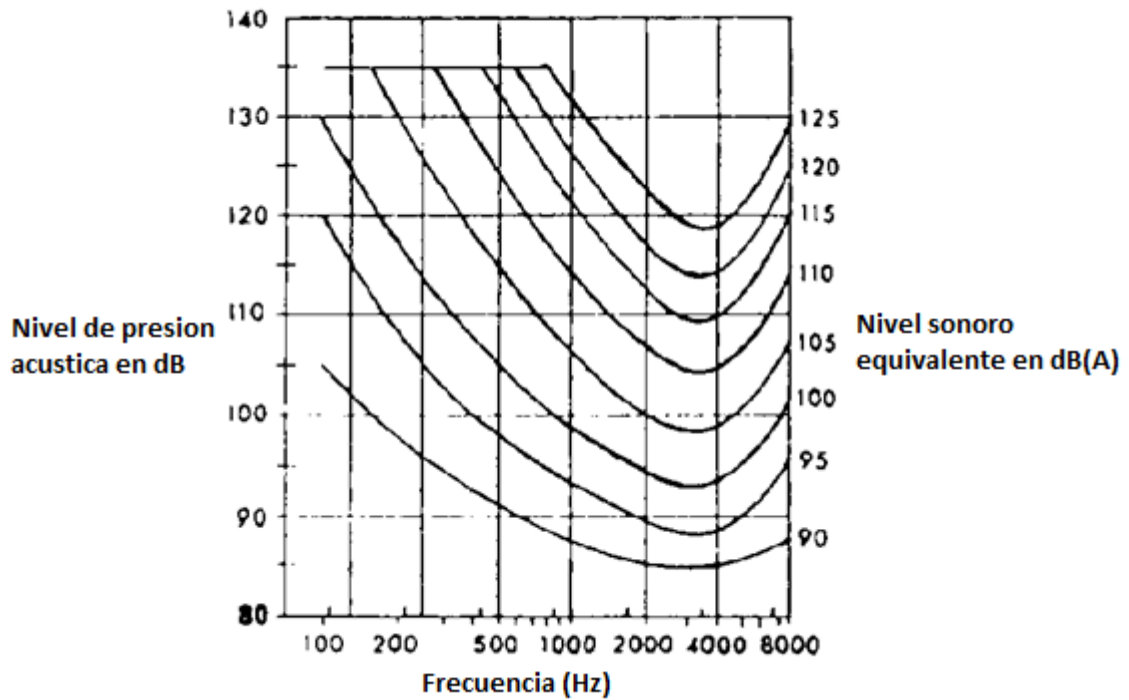


Figura 4.1 Nivel sonoro equivalente por banda de octava para normativa de Estados Unidos  
(Fuente: Department of Labor United State)

Cuando los empleados son expuestos a niveles sonoros mayores a los permitidos por la normativa, deberán tenerse en cuenta controles administrativos o de ingeniería. Si estos controles no logran reducir los niveles sonoros a valores permitidos, se proporcionará el equipo de protección personal.

Los empleadores deberán asegurar un programa continuo y efectivo de conservación de la audición siempre que las exposiciones al ruido para ocho horas excedan los 85 dB(A) en respuesta lenta, o de manera equivalente una dosis de 50%. Estos valores también son conocidos como valores de acción.

#### 4.6.Exigencias Corporativas

Para el caso de la normativa que aplica a la empresa a nivel mundial se deben cumplir las siguientes características, siempre y cuando éstas sean más conservadoras que la normativa nacional aplicable en cada caso. No de ser así, regirán las normas del país correspondiente.

La normativa corporativa aplica a todos los empleados, contratados, vendedores y proveedores trabajando en la empresa por un tiempo de ocho horas diarias a un nivel de ruido igual o superior a 80 dB(A). Es responsabilidad del director del laboratorio el cumplimiento de la normativa.

El programa de protección auditiva establece que por lo menos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Evaluación de la exposición al ruido
- Especificaciones de niveles de ruido para la compra de equipos
- Medidas de control de ruido
- Pruebas de audiometrías y exámenes médicos
- Selección, promulgación, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal
- Formación de los empleados en su rol en el programa de protección auditiva
- Llevar registros

Los criterios de seguridad, en relación a los valores límites de exposición al ruido establecidos en este caso son los siguientes:

- Para valores de  $L_{EX,8h} = 85 \text{ dBA}$  y  $p_{pico} = 140 \text{ Pa}$  se debe asegurar disponibilidad y uso de elementos de protección personal para los empleados
- Para valores de  $L_{EX,8h} = 80 \text{ dBA}$  y  $p_{pico} = 112 \text{ Pa}$  se debe asegurar la disponibilidad de elementos de protección personal
- Para valores de  $L_{EX,8h} = 90 \text{ dBA}$  se deberán evaluar medidas de ingeniería para el control de ruido

En relación a la gestión de riesgos, se deberá en primer lugar combatir el riesgo en su origen con medidas de ingeniería. En segundo lugar, se deben aplicar medidas de organización; luego, implementar protección colectiva y por último, proveer elementos de protección personal.

Para la evaluación de exposición al ruido, el programa debe establecer los siguientes aspectos:

- Asegurar el seguimiento de todas las áreas y equipos con el fin de identificar si se exceden los valores de exposición
- Asegurar la repetición de las mediciones, siempre que ocurra un cambio que pueda modificar significativamente la exposición al nivel de ruido
- Brindar a los trabajadores afectados la posibilidad de observar las mediciones de ruido
- Definir la persona responsable del control de ruido
- Permitir solamente empleados o terceros calificados realizar la medición de ruidos, utilizando instrumentos calibrados bajo normas internacionales
- Asegurar la calibración de instrumentos de medición por la empresa u organización certificada
- Describir la frecuencia de calibración a menos que no existan requisitos legales
- Describir cómo se debe realizar la medición de ruido
- Asegurar que los resultados obtenidos de la medición de ruido queden a disposición de los empleados

Cuando los niveles de exposición son mayores a los admitidos, se deberá proporcionar equipos de protección auditiva. Estos equipos de protección personal deberán ser capaces de reducir los niveles de exposición a valores inferiores a los límites de acción y se deberá asegurar su uso.

Las zonas donde es necesario el uso de protectores auditivos, deberán ser marcadas con la cartelería correspondiente.

#### 4.7. Cuadro comparativo

Lo primero que se debe resaltar es que si bien las normativas expuestas con anterioridad presentan algunas diferencias en las exigencias de los distintos países, en general los límites establecidos y los parámetros que se deben monitorear son similares.

La Tabla 4.6 muestra de forma resumida las diferencias entre las normativas de los distintos países estudiados. Como se puede observar, el valor admisible en la actualidad en Uruguay es más exigente que en los países limítrofes. Por otra parte la normativa uruguaya no establece de forma clara si se trata de valores equivalentes para una jornada laboral estándar de 8 horas o si se trata de valores máximos admisibles puntuales, mientras que para Brasil y Argentina los valores admisibles están dados en relación a la dosis diaria y la tasa de duplicación.

Tabla 4.6 Cuadro comparativo exigencias internacionales

	Limite admisible	Lim 8 horas	Tasa duplicación	Limite puntual	Limite impacto
<b>Uruguay 406/988 (derogado)</b>	85 dB(A)				
<b>Uruguay 143/012 (vigente)</b>	80 dB(A)				
<b>Brasil NR15</b>		85 dB(A)	5	115 dB(A)	130 dBLin
<b>Brasil NHO01</b>		85 dB(A)	3	115 dB(A)	140 dBLin
<b>Argentina</b>		85 dB(A)	3		140 dB(C)
<b>Unión Europea</b>		87 dB(A)			
<b>Estados Unidos</b>		90 dB(A)	5		140 dB(C)
<b>Corporativas</b>		80 dB(A)			

En particular, dada la ubicación física el laboratorio, el mismo está obligado a cumplir las normas que rijan en la Republica Oriental de Uruguay. Además, por tratarse de una firma multinacional, debe cumplir la normativa corporativa.

## 5. METODOLOGÍA

La investigación realizada tiene como centro el trabajo de campo en las instalaciones de un laboratorio. Para poder realizar dicho trabajo, se utilizaron dos instrumentos con el fin de obtener la información necesaria para realizar en profundidad un estudio sonoro.

En este capítulo se pueden encontrar algunas de las características principales de los elementos utilizados para realizar el relevamiento.

Además, se describe la metodología empleada al momento de realizar las mediciones. En particular, el trabajo de campo se divide en dos etapas diferentes en función de la información que es necesario relevar. En la primera etapa se relevó el nivel sonoro en todo el laboratorio, mientras que en la segunda etapa se realizó un estudio por banda de frecuencia para algunos de los sectores.

### 5.1. Instrumentos utilizados

#### 5.1.1. Medidor ambiental 5 en 1

Para la realización de las mediciones de ruido, en primera instancia se utilizó un medidor ambiental 5 en 1 marca Extech, como el de la Figura 5.1. El mismo cuenta con anemómetro, medidor de humedad, medidor de luz, termómetro y medidor de sonido.

Este instrumento, para la medición de ruido tiene las siguientes características:

- Marca: Extech
- Modelo: EN 300
- Humedad de operación 80% HR Max.
- Temperatura de operación 0 a 50°C (32 a 122°F)
- Micrófono Condensador Electret de 1/2"
- Escala de medición: 35 a 130 dB, escala automática
- Resolución: 0,1 dB
- Respuesta de frecuencia: 31,5 Hz a 8.000 Hz
- Ponderación: Red de ponderación "A" de frecuencia
- Tiempo de respuesta: "Rápido"
- Precisión: Cumple IEC 61672 clase 2, ponderación A, respuesta rápida

Nota: Las pruebas de especificación anteriores, fueron realizadas solamente bajo un ambiente de intensidad de campo de RF menor a 3V/M y frecuencia menor a 30 MHz.



Figura 5.1 Medidor ambiental 5 en 1 marca Extech. Instrumento utilizado para el relevamiento en la planta industrial.  
(Fuente: Extech instruments User's guide)

### 5.1.2. Medidor portátil Tipo 2250

Para poder realizar las mediciones por espectro de frecuencia en los lugares donde correspondía, se utilizó un medidor portátil tipo 2250 como el de la Figura 5.2. Este equipo es marca Brüel & Kjaer.

Es un instrumento para tareas de medición de alta precisión en entornos y áreas ocupacionales e industriales. Incluye aplicaciones para análisis de frecuencia, registro de datos (creación de perfiles) y grabación de señal.

Los parámetros de medición instantánea y los de medición cronometrada son los más utilizados para realizar relevamientos sonoros.

En particular en este estudio el equipo se utiliza con el fin de realizar el análisis del sonido en tiempo real en bandas de octava.

A continuación se enumeran algunas de las especificaciones más relevantes del equipo:

- Micrófono:
  - Tipo 4189: micrófono pre polarizado de campo libre de ½ o tipo 4190; micrófono de campo libre de ½

- Sensibilidad nominal de circuito abierto: 50 mV/Pa (correspondiente a 26 dB re 1 V/Pa)  $\pm 1,5$  dB
- Capacidad: 14 pF (a 250 Hz)



Figura 5.2 Medidor portátil tipo 2250 marca Brüel and Kjaer. Instrumento utilizado para el relevamiento de la planta industrial.  
(Fuente: Brüel and Kjaer manual)



## **5.2.Mediciones**

El objetivo de las mediciones, es obtener un juicio global del estado sonoro de la planta industrial de un laboratorio para poder evaluar el cumplimiento de la normativa vigente. Se parte de una condición inicial en la que no se cuenta con información de la situación actual dado que nunca se realizaron mediciones.

La planta industrial del laboratorio seleccionado para la realización del estudio se ubica en las afueras del departamento de Montevideo, Uruguay. Se trata de un edificio de 4 años de antigüedad, construido en un terreno de 16.000 metros cuadrados aproximadamente.

El terreno se ubica en una zona industrial, por lo que en el entorno se encuentran varios edificios correspondientes a otras industrias, no necesariamente pertenecientes al mismo rubro.

El edificio se desarrolla en dos plantas, totalizando un área construida de casi 3.000 metros cuadrados. Cuenta con varias zonas independientes entre las que se encuentran zonas donde se desarrolla el trabajo por parte de los operarios de la planta, zonas destinadas a depósitos y zonas de oficinas.

Se trabaja en un turno de nueve horas en horario central y dependiendo la planificación de producción, puede ser necesario extender la jornada algunas horas por día. De las nueve horas, una hora es de descanso en la que generalmente los trabajadores almuerzan.

Son en total ochenta y cuatro trabajadores de los cuales treinta y siete desempeñan sus tareas en el área de oficinas y cuarenta y siete lo hacen en el área operativa.

### **5.2.1. Metodología de medición**

La forma en que se realizó la toma de valores fue diferente, dependiendo si los puntos de medición se encontraban en el interior del laboratorio o eran exteriores y se encontraban en el entorno del mismo. A continuación se detallan algunas características que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar las mediciones. La metodología utilizada para la toma de valores en campo se basa en el artículo de Echeverri, C. y González. E, titulado “Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas, 2011 y en el libro de González. E, titulado “Contaminación

Sonora y Derechos Humanos. Seria de investigaciones: Derechos Humanos en las políticas públicas. N° 2”, 2012.

Para el caso de puntos de medición interiores, las medidas se deben realizar a una altura de entre 1,20 y 1,50 metros sobre el nivel del suelo, con una distancia mínima a las paredes de 1 metro y de 0,5 metros a puertas y ventanas de la habitación. En particular en este estudio la altura seleccionada fue de 1,20 metros. El equipo se sola con el micrófono apuntando en sentido a la fuente sonora.

En el caso de los puntos de medición en el exterior, la altura de medición fue entre 1,20 y 1,50 metros del nivel del suelo, a una distancia mínima de 3,5 metros de paredes o cualquier superficie reflectante y a 1,5 metros del límite de propiedad del emisor acústico a evaluar. En particular en este estudio la altura seleccionada fue de 1,20 metros. El equipo se sola con el micrófono apuntando en sentido a la fuente sonora.

Los puntos de medición donde no se pudo seguir esta metodología debido a las dimensiones de la habitación o espacios disponibles en el exterior de la planta, se encuentran identificados en los cuadros de resultados presentados y se dejaron explicitadas las distancias y alturas a las que efectivamente se realizó la medida.

La separación mínima entre el micrófono y el técnico que realiza la medición o cualquier otra persona debe ser de medio metro.

Las mediciones se realizaron en condiciones de normal funcionamiento de la planta industrial, dado que el relevamiento intenta obtener información de la situación a la que están expuestos los trabajadores durante su jornada laboral. Se deben respetar las condiciones habituales de abierto/cerrado de las puertas y ventanas y con las fuentes de emisión de ruido en operación habitual.

Si al momento en el que se estén realizando las mediciones se presentan ruidos ocasionales como por ejemplo sirenas o altavoces, éstos no deben ser tenidos en cuenta.

Por otra parte se establece que los sonómetros que se utilicen para realizar las mediciones tendrán que ser clase 1 o clase 2. Los mismos deben estar calibrados, con los certificados de calibración acústica y electrónica vigentes. Todas las mediciones se realizaran con respuesta temporal rápida y con filtro de ponderación frecuencial A.

No se pueden realizar mediciones si las condiciones meteorológicas no son adecuadas, esto quiere decir que no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo. Los pavimentos y superficies donde se realicen las mediciones deben estar secos. La velocidad del viento tendrá que ser menor a 3 m/s, a la misma altura a la que está ubicado el micrófono, en el mismo momento y lugar donde se va a realizar las mediciones.

Se debe tener en cuenta que las mediciones realizadas, reflejan una condición puntual de funcionamiento en el tiempo. El relevamiento pierde validez si las condiciones de funcionamiento se vieran alteradas.

### **5.2.2. Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizó en la planta industrial de un laboratorio farmacéutico en las afueras de la ciudad de Montevideo, Uruguay, con el fin de realizar un mapa de ruido y evaluar las condiciones de trabajo. El relevamiento se realizó en dos etapas.

En el mes de junio del 2016, se realizaron visitas al laboratorio para realizar el relevamiento de los niveles de ruido promedio en cada una de las zonas del edificio.

Luego de analizados los datos obtenidos en la primera etapa, se realizó en el mes de julio del 2016 un estudio más profundo de algunos puntos de medición relevados en la primera instancia.

#### **5.2.2.1. Primera etapa del relevamiento (relevamiento 01)**

El relevamiento 01 se realizó en cuatro días en el mes de junio. Se trabajó el lunes 6 de junio del 2016 entre las 15:30 y las 18:00 horas, el miércoles 8 de junio entre las 15:30 y las 18:00 horas, el lunes 13 de junio entre las 15:00 y las 18:00 horas y el miércoles 15 de junio entre las 14:00 y las 17:30 horas.

Las mediciones realizadas consistieron en el relevamiento de los niveles de ruido promedio con el medidor ambiental Extech modelo EN300.

Sobre los planos de planta del laboratorio, se trazó una grilla de puntos de medición donde se tomaron las medidas en condiciones normales de operación y funcionamiento de la planta. En total se midieron ciento setenta y dos puntos de medición distribuidos por sectores según se muestra en la Figura 6.3 y la Figura 6.17 del presente trabajo y en las ubicaciones que se pueden observar en la Figura A.1 y en la Figura A.2 del Anexo A. Planos.

Dado que no fue posible realizar grabaciones para cada punto de medición (en adelante PM) definido en la grilla, porque el medidor ambiental no disponía de esa función y con el fin de poder obtener un valor representativo, se tomaron cinco valores de nivel de ruido.

Se procedió de la siguiente manera:

- Se ubica el PM en planta donde se va a realizar la medición, según grilla establecida en el plano de planta
- Se monta trípode con el equipo en el lugar
- Se verifica que se cumple con las distancias mínimas necesarias según las normas. En caso contrario se deja constancia en la planilla de relevamiento
- Con ayuda de un cronómetro se anota el valor inicial y se toman valores cada quince segundos hasta obtener los cinco valores. A los mismos se les llama en la planilla de relevamiento: Valor 0, Valor 15, Valor 30, Valor 45, Valor 60
- Si en el lugar se cuenta con termómetro y medidor de humedad se anotan las condiciones ambiente en la planilla de relevamiento
- Se anota la principal fuente de ruido que se detecta en el lugar.

Luego del relevamiento, se calculan los niveles de ruido medio obtenido en cada PM de la grilla y se realiza un análisis de la información obtenida.

Esta metodología utilizada para el relevamiento 01, no sigue ningún estándar internacional y se realiza para obtener un panorama de la situación actual, y utilizar esta información como punto de partida para realizar el relevamiento 02 en los lugares donde sea más importante el estudio detallado de la situación sonora de la planta industrial.

Con este relevamiento se obtiene una idea global de la condición sonora del caso de estudio, aunque la confiabilidad del mismo no sea la deseada.

Cabe destacar que los niveles sonoros medidos mientras se realizó el relevamiento 01, son prácticamente constantes de un PM a otro y en el tiempo si se estudia un único PM, analizando cada sector de forma independiente. Es por esta razón, que se decide tomar como válida la información así relevada y que sirva como punto de partida para un estudio más profundo (relevamiento 02).

### **5.2.2.2. Segunda etapa del relevamiento (relevamiento 02)**

El relevamiento 02 se realizó en dos días. Se trabajó el lunes 25 de julio del 2016 entre las 10:00 y las 16:00 horas y el miércoles 27 de julio entre las 15:00 y las 18:00 horas.

Las mediciones realizadas consistieron en el relevamiento del espectro por banda de octava con el decibelímetro Bruel & Kjaer 2250 según lo que corresponda para cada PM.

Se trabajó sobre la misma grilla de PM que se utilizó en el relevamiento 01. Según los resultados que se obtuvieron, se eligieron los PM críticos y los que se consideraba valioso obtener mayor información, para realizar las nuevas mediciones. En esta etapa, se midieron en total cuarenta y cinco puntos de medición. En algunos casos se tomó más de una medición, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos.

Se realizan grabaciones de entre dos y tres minutos para cada PM en los que se midió espectro por banda de frecuencia para poder tener mayor información para el análisis.

Para el relevamiento de espectro se procedió de la siguiente manera:

- Se ubica el PM en planta donde se va a realizar la medición, según grilla establecida en el plano de planta
- Se monta trípode con el equipo en el lugar
- Se verifica que se cumple con las distancias mínimas necesarias según las normas. En caso contrario se deja constancia en la planilla de relevamiento
- Se inicia la grabación por dos o tres minutos según corresponda
- Cuando termina la grabación y se guarda la información
- Al terminar el trabajo de campo se descargan los datos para procesarlos con el programa del equipo.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

El capítulo 6 los resultados obtenidos en el relevamiento 01 y el relevamiento 02 realizados en la planta industrial. En un principio se detalla un apartado para cada sector del laboratorio con cuadros que muestran la información recabada.

A su vez, se realiza el cálculo de la dosis para diferentes jornadas laborales y se presentan los mapas de ruido según los resultados del relevamiento realizado.

Más adelante, en este mismo capítulo, se realiza un estudio de la situación encontrada en comparación a la normativa vigente expuesta con antelación, en el fundamento teórico. En los sectores en los que se presentan no conformidades, se realiza un estudio de la situación particular para poder proponer soluciones, disminuir los riesgos de los trabajadores y cumplir con la normativa.

### 6.1. Análisis de resultados obtenidos

A continuación se presentan cuadros con los resultados obtenidos para las distintas áreas de la planta industrial para relevamiento 01, así como en los casos que corresponde la información obtenida en el relevamiento 02.

Con el fin de nombrar los puntos de medición (PM) en la grilla de relevamiento, a cada PM se le asigna un código único compuesto por tres partes que contienen toda la información necesaria para poder ubicar fácilmente en los planos el PM al que se hace referencia. Los PM así nombrados se pueden ver en la Figura A.1 – Grilla de Relevamiento – Planta baja y la Figura A.2 – Grilla de relevamiento – Primer piso, del Anexo A. Planos.

Código de cada PM: XX – XXX – XX (Parte 1 – Parte 2 – Parte 3).

Parte 1: Indica si el PM está ubicado en planta baja o en el primer piso. El código que se utiliza es los que se detalla en la Tabla 6.1:

Tabla 6.1 Detalle de la parte 1 del código del PM

Parte 1 del código	Ubicación
PB	Planta baja
PA	Planta alta

Parte 2: Indica a qué sector corresponde el PM. El código que se utiliza es el que se detalla en la Tabla 6.2:

Tabla 6.2 Detalle de la parte 2 del código del PM

<b>Parte 2 del código</b>	<b>Ubicación</b>
D1	Depósito 1
C1	Cámara 1
Of3	Oficina 3
RYE	Recepción y Expedición
Of2	Oficina 2
Mant	Mantenimiento
EMP	Empaque
SM1	Sala de Manufactura 1
SM2	Sala de Manufactura 2
SM3	Sala de Manufactura 3
SM4	Sala de Manufactura 4
C2	Cámara 2
D2	Depósito 2
Of4	Oficina 4
D3	Depósito 3
Com	Comedor
CT	Cuarto Técnico
DC	Data Center
VF	Vestuarios Femenino
VM	Vestuarios Masculino
D4	Depósito 4
D5	Depósito 5
Pas	Pasillo
Of1	Oficinas 1
Of5	Oficinas 5
SM	Sala de Máquinas
Ex	Entorno

Parte 3: Los PM dentro de un mismo sector se numeran de forma correlativa a partir del 01 hasta el número que corresponda, según la cantidad de PM del área en cuestión.

Como resultado de la medición del espectro por banda de frecuencia, es posible obtener del equipo utilizado y del programa para computadora correspondiente, una gráfica con los valores relevados. En la Figura 6.1 se puede observar un ejemplo de un gráfico de cómo se presentan los resultados obtenidos. En todos los casos se marca con la línea negra la frecuencia

en la que los valores son mayores, la información presentada en el lateral derecho de la gráfica corresponde a esta frecuencia.

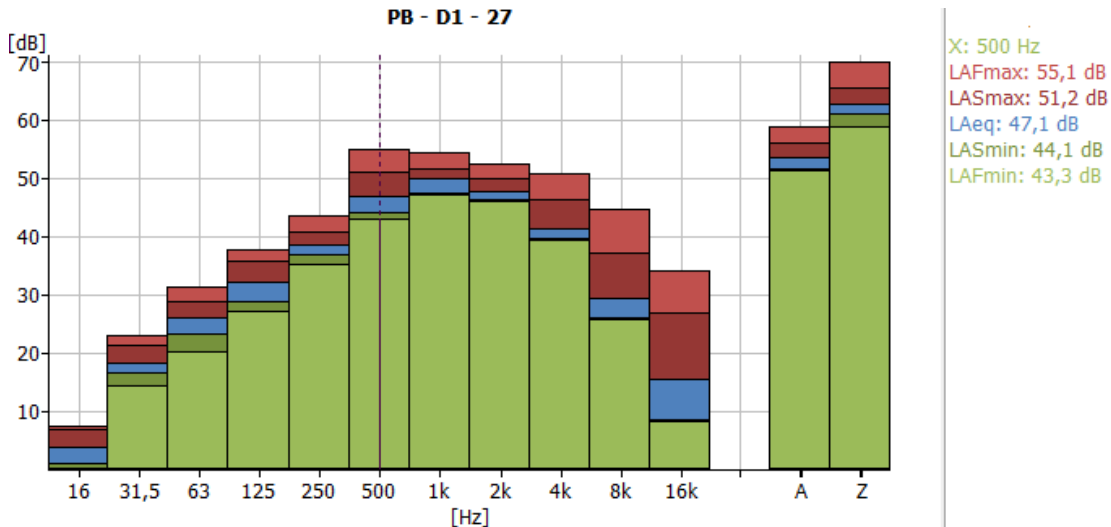


Figura 6.1 Gráfica de ejemplo del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO de un punto de la grilla con valores expresados en dB(A).

El código de colores utilizado en la gráfica de barras corresponde a:

- Verde claro ( $LAF_{MIN}$ ): Es el nivel sonoro mínimo sometido a una ponderación de frecuencia A y a una ponderación temporal rápida. Es el nivel de ruido ambiente más bajo registrado durante el tiempo de medición.
- Verde Oscuro ( $LAS_{MIN}$ ): Es el nivel sonoro mínimo sometido a una ponderación de frecuencia A y a una ponderación temporal lenta. Es el nivel de ruido ambiente más bajo registrado durante el tiempo de medición.
- Celeste ( $LA_{EQ}$ ): Nivel sonoro equivalente sometido a una ponderación de frecuencia A.
- Bordeaux ( $LAS_{MAX}$ ): Es el nivel sonoro máximo sometido a una ponderación de frecuencia A y a una ponderación temporal lenta. Es el nivel de ruido ambiente más alto registrado durante el tiempo de medición.
- Rojo ( $LAF_{MAX}$ ): Es el nivel sonoro máximo sometido a una ponderación de frecuencia A y a una ponderación temporal rápida. Es el nivel de ruido ambiente más alto registrado durante el tiempo de medición.

Las bandas de frecuencia graficadas corresponden al espectro típico de banda de octava, donde se usan las frecuencias estándar ISO de la banda de octava.



Sobre el lado derecho se grafican dos barras que corresponden a:

- “A”: Nivel sonoro integrado en dB(A). Es la ponderación de frecuencia que corresponde aproximadamente a la curva de igual sonoridad de 40 dB, es decir, que coincide con la respuesta del oído humano a los niveles sonoros medios y bajos. Es la ponderación de frecuencia que más se utiliza y se emplea para todos los niveles de sonido.
- “Z”: Nivel sonoro en dB. Ponderación de frecuencia “cero” significa que no se aplica ninguna ponderación frecuencial, lo que equivale a una ponderación lineal, LIN (sin ponderación).

La grafica que se obtiene como resultado del análisis temporal es como la de la Figura 6.2.

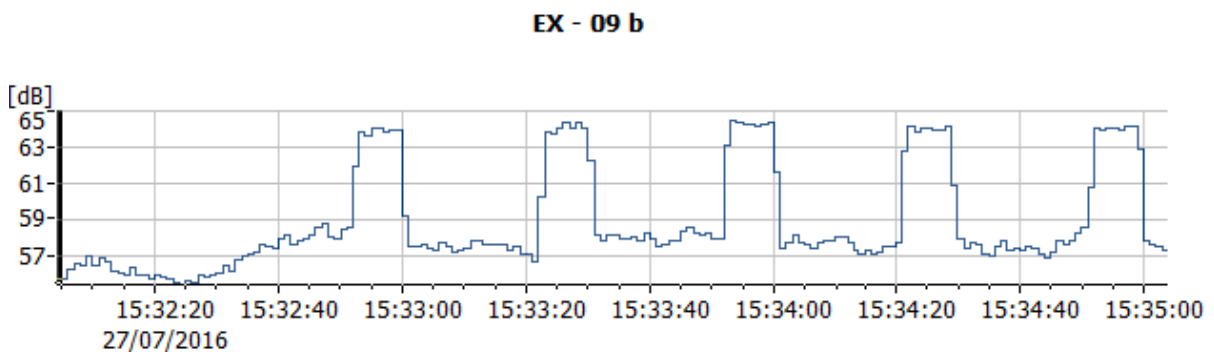


Figura 6.2 Grafica de ejemplo del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 del análisis temporal de un punto, en la que se muestra el nivel de presión sonora, expresado en dB(A).

En color azul se grafica el nivel de presión sonora expresado en dB(A) en función del tiempo.

### 6.1.1. Planta Baja

La Figura 6.3 muestra los diferentes sectores de planta baja donde se realizaron los relevamientos. Cada color representa un sector diferente y el código de colores se puede ver en la misma figura sobre el lateral derecho.

A continuación se realiza el estudio individualizado para algunos de los sectores diferenciados en el plano de planta. Los sectores que no se detallan en los puntos que siguen a continuación se pueden ver en el Anexo B. Complemento de resultados obtenidos planta baja, donde se presenta toda la información obtenida durante los dos relevamientos.

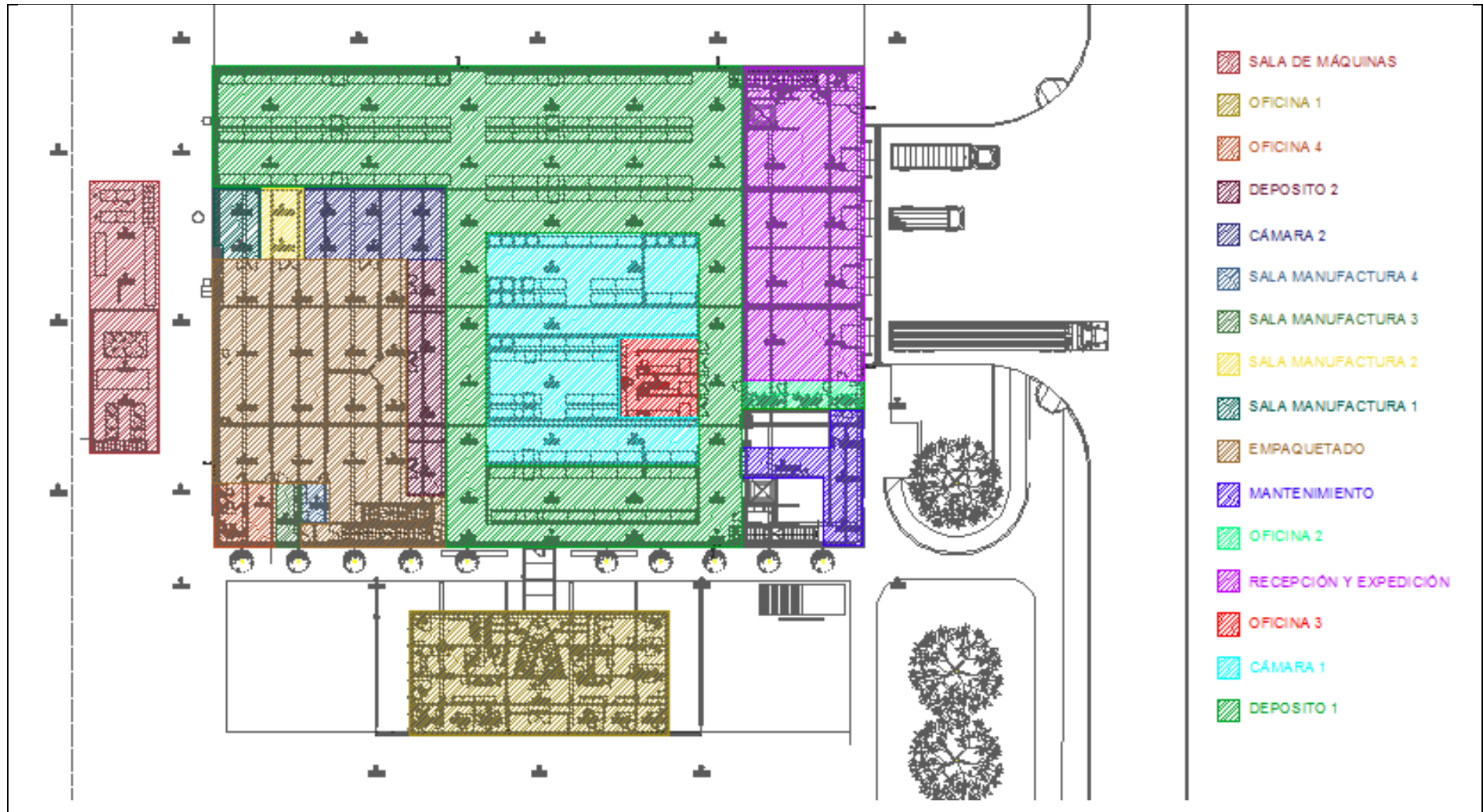


Figura 6.3 Plano de planta del laboratorio con divisiones por sector correspondiente a Planta Baja

### **6.1.1.1. Depósito 1 (D1)**

El depósito consiste en un área de mil metros cuadrados aproximadamente, formado por pasillos con estanterías donde se almacena producto terminado y materia prima necesaria para el proceso. El depósito es de doble altura.

La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico que se realiza mediante un sistema de ductos aéreos, con una manejadora de aire ubicada en el cuarto técnico del segundo piso. El nivel de ruido en esta área es constante en el tiempo y varía, básicamente, en función de la distancia a la fuente de ruido.

Otra fuente de ruido es el uso de autoelevadores que se utilizan para el transporte de los diferentes materiales. Si bien no hay gente trabajando en la totalidad del horario laboral, hay flujo de personas encargadas del movimiento de producto y materia prima y también personal de limpieza.

Para asegurar las condiciones del producto terminado y de la materia prima en este lugar se monitorea la temperatura ambiente y la humedad. En el momento en que se realizaron las mediciones, correspondientes al relevamiento 01, la temperatura era de 18°C y la humedad relativa de 44%.

En el relevamiento 01 se midieron en total treinta y dos PM distribuidos a lo largo de todo el depósito, obteniéndose un promedio de 60,9 dB(A). La Figura 6.4 muestra fotografías del momento en el que se realizaron las mediciones.

La Tabla 6.3 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01 para el depósito 1. Todos los valores están expresados en dB(A).

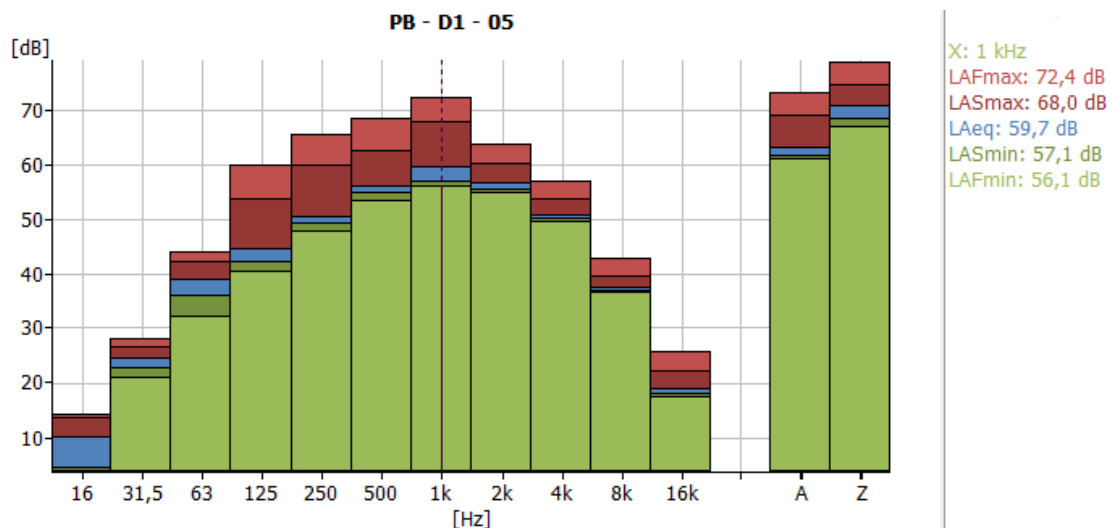
Tabla 6.3 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 1 con los valores expresados en dB(A)

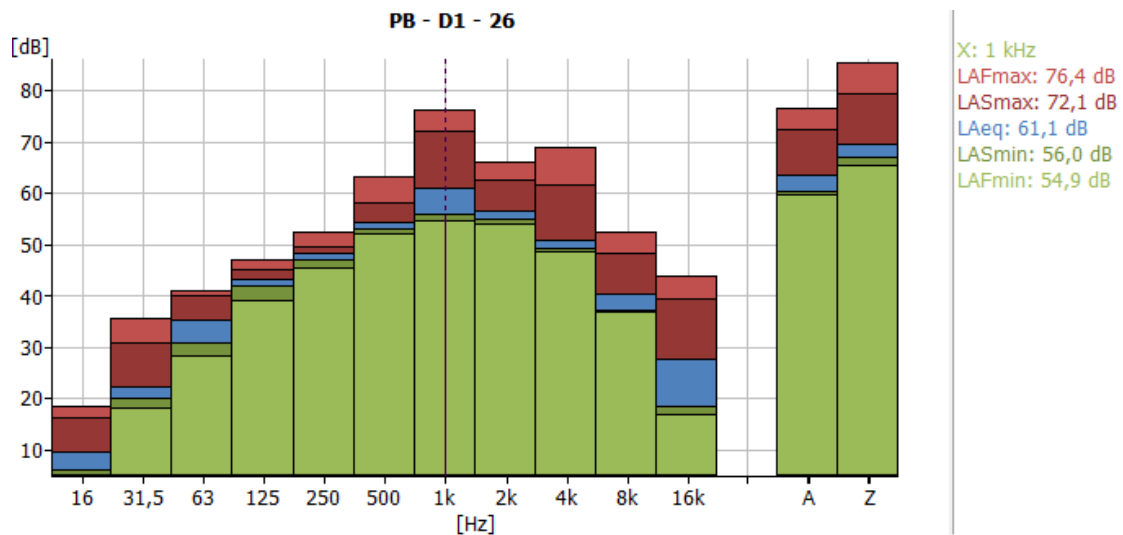
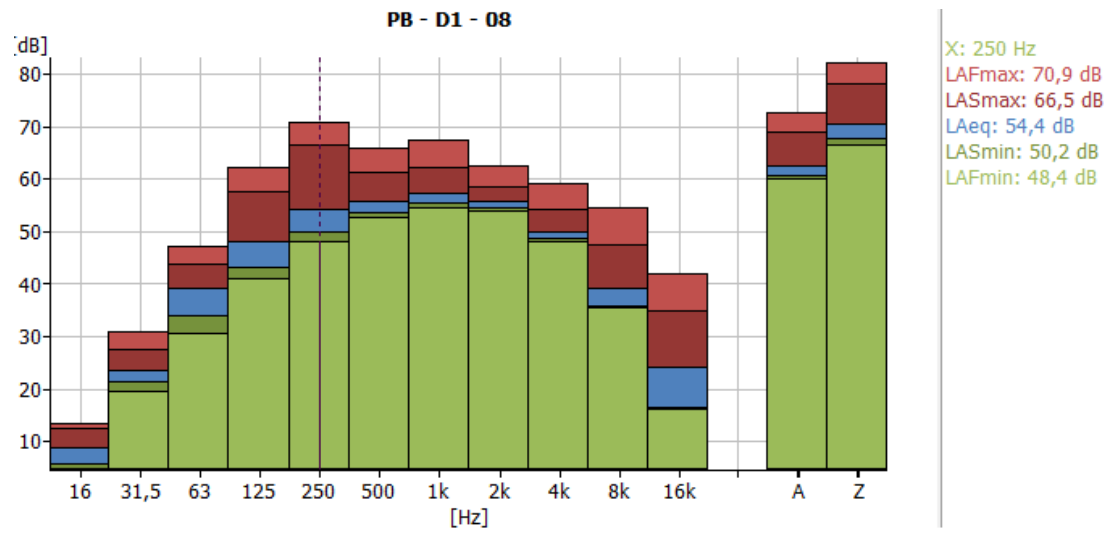
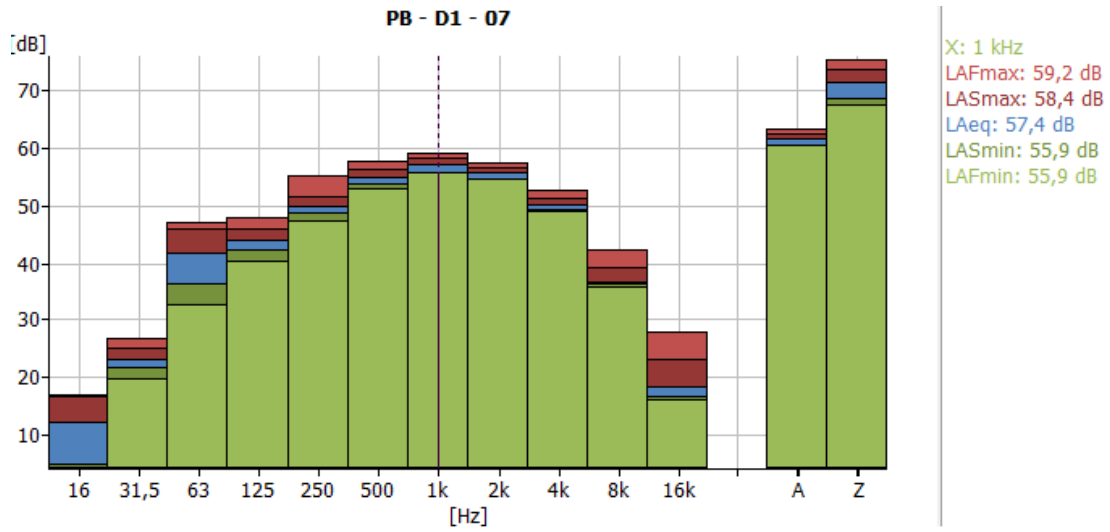
Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Deposito 1	PB - D1 - 01	63,4	63,3	62,8	62,9	62,4	<b>63,0</b>	
2	PB - Deposito 1	PB - D1 - 02	61,6	61,6	62,0	61,5	61,2	<b>61,6</b>	Distancia a paredes 65 cm
3	PB - Deposito 1	PB - D1 - 03	60,5	60,2	59,9	60,5	60,3	<b>60,3</b>	Distancia a paredes 95 cm
4	PB - Deposito 1	PB - D1 - 04	62,6	62,2	61,5	61,9	61,8	<b>62,0</b>	
5	PB - Deposito 1	PB - D1 - 05	63,3	63,2	63,3	63,5	63,0	<b>63,3</b>	
6	PB - Deposito 1	PB - D1 - 06	62,2	62,6	61,9	61,9	62,2	<b>62,2</b>	
7	PB - Deposito 1	PB - D1 - 07	61,9	61,6	61,6	61,4	61,7	<b>61,6</b>	
8	PB - Deposito 1	PB - D1 - 08	63,1	63,3	62,5	62,1	62,9	<b>62,8</b>	
9	PB - Deposito 1	PB - D1 - 09	63,9	63,7	63,7	63,6	63,6	<b>63,7</b>	
10	PB - Deposito 1	PB - D1 - 10	62,8	62,9	63,0	63,2	62,8	<b>62,9</b>	
11	PB - Deposito 1	PB - D1 - 11	63,7	64,3	64,0	63,5	64,3	<b>64,0</b>	
12	PB - Deposito 1	PB - D1 - 12	63,4	63,7	63,2	63,2	63,9	<b>63,5</b>	
13	PB - Deposito 1	PB - D1 - 13	63,8	64,1	64,1	63,4	63,7	<b>63,8</b>	
14	PB - Deposito 1	PB - D1 - 14	64,7	64,5	64,4	64,3	64,3	<b>64,4</b>	
15	PB - Deposito 1	PB - D1 - 15	63,4	62,8	63,0	63,4	63,7	<b>63,3</b>	
16	PB - Deposito 1	PB - D1 - 16	65,4	65,3	63,9	68,7	65,3	<b>65,7</b>	
17	PB - Deposito 1	PB - D1 - 17	63,1	62,7	62,5	62,7	62,9	<b>62,8</b>	
18	PB - Deposito 1	PB - D1 - 18	62,5	61,4	62,0	62,3	61,6	<b>62,0</b>	
19	PB - Deposito 1	PB - D1 - 19	63,7	62,4	62,5	62,3	62,4	<b>62,7</b>	
20	PB - Deposito 1	PB - D1 - 20	64,8	65,5	65,4	65,0	65,4	<b>65,2</b>	
21	PB - Deposito 1	PB - D1 - 21	53,2	56,2	53,4	54,3	57,7	<b>55,0</b>	
22	PB - Deposito 1	PB - D1 - 22	55,8	56,4	56,5	55,7	55,8	<b>56,0</b>	
23	PB - Deposito 1	PB - D1 - 23	59,8	60,1	60,1	60,0	60,2	<b>60,0</b>	
24	PB - Deposito 1	PB - D1 - 24	58,5	57,7	58,1	59,3	57,8	<b>58,3</b>	
25	PB - Deposito 1	PB - D1 - 25	59,0	58,6	59,0	59,3	58,9	<b>59,0</b>	
26	PB - Deposito 1	PB - D1 - 26	78,0	62,8	63,4	63,0	63,0	<b>66,0</b>	
27	PB - Deposito 1	PB - D1 - 27	52,4	51,8	50,9	51,2	51,7	<b>51,6</b>	
28	PB - Deposito 1	PB - D1 - 28	53,8	54,4	53,7	53,9	53,7	<b>53,9</b>	
29	PB - Deposito 1	PB - D1 - 29	59,1	59,4	58,3	58,3	59,3	<b>58,9</b>	
30	PB - Deposito 1	PB - D1 - 30	55,3	55,4	61,9	57,9	55,9	<b>57,3</b>	
31	PB - Deposito 1	PB - D1 - 31	54,8	59,3	51,9	54,1	51,5	<b>54,3</b>	
32	PB - Deposito 1	PB - D1 - 32	55,9	56,5	63,2	62,9	54,7	<b>58,6</b>	
<b>PROMEDIO</b>							<b>60,9</b>		



Figura 6.4 Fotografías del momento de toma de mediciones en el depósito 1 en punto PB-D1-23

En el relevamiento 02, se realizaron mediciones en cinco PM representativos del comportamiento sonoro del depósito 1 (PB-D1-05, PB-D1-07, PB-D1-08, PB-D1-26 y PB-D1-28). En la Figura 6.5 se muestra el espectro por banda de octava para cada uno de los PM relevados, los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM en el depósito se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.





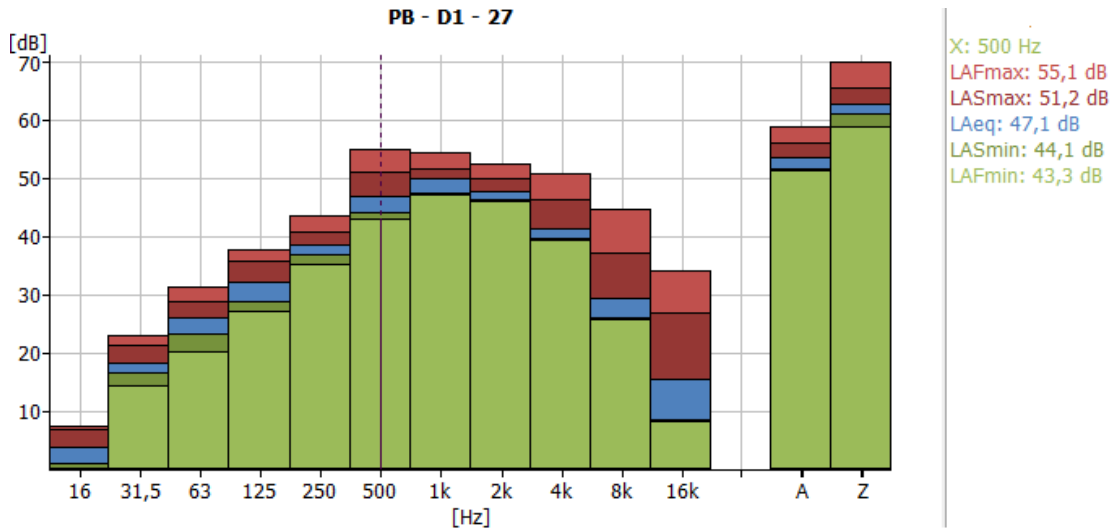


Figura 6.5 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el deposito 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-D1-05, PB-D1-07, PB-D1-08, PB-D1-26 y PB-D1-27 con los valores expresados en dB(A).

### 6.1.1.2. Cámara 1 (C1)

La cámara 1 consiste en un área de cuatrocientos veinte metros cuadrados, con estanterías donde se almacena producto terminado y materia prima necesaria para el proceso, que necesitan bajas temperaturas. Esta cámara al igual que el depósito es de doble altura. La temperatura de la cámara se mantiene entre 2°C y 8°C para asegurar las condiciones del producto.

La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico, que se realiza mediante cuatro evaporadores ubicados en la parte superior.

Otra fuente de ruido es el uso de autoelevadores que se utilizan para el transporte de los diferentes materiales. Si bien no hay gente trabajando en la totalidad del horario laboral, hay flujo de personas encargadas del movimiento de producto y materia prima y también personal de limpieza al igual que sucede en el depósito 1.

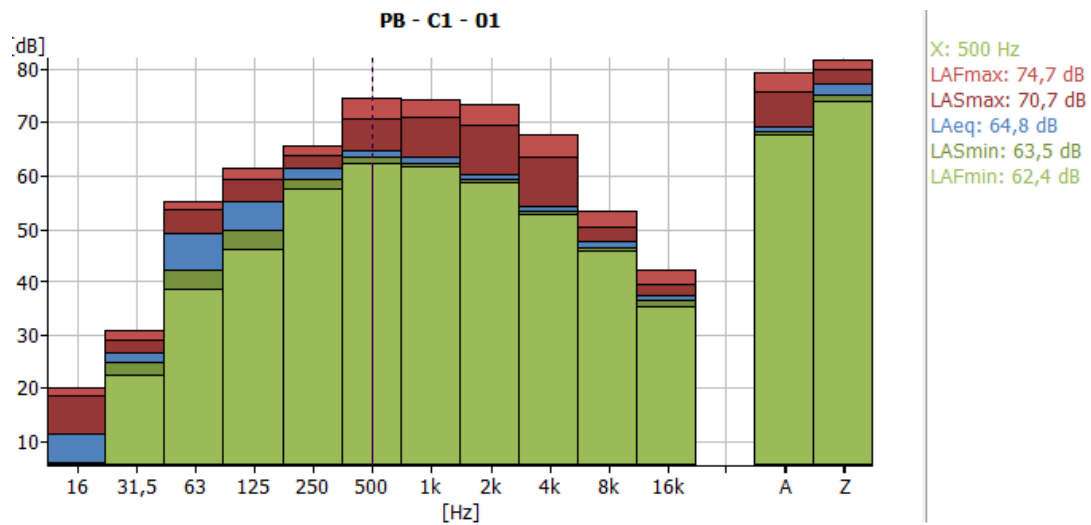
En el relevamiento 01, en total en la cámara se midieron seis PM, con un promedio de nivel sonoro de 71,9 dB(A).

La Tabla 6.4 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.4 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la cámara 1 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Camara 1	PB - C1 - 01	72,3	72,5	70,8	71,8	72,1	<b>71,9</b>
2	PB - Camara 1	PB - C1 - 02	71,7	70,0	70,8	71,2	71,6	<b>71,1</b>
3	PB - Camara 1	PB - C1 - 03	71,8	70,9	72,1	71,2	71,8	<b>71,6</b>
4	PB - Camara 1	PB - C1 - 04	72,2	72,3	71,8	72,0	71,8	<b>72,0</b>
5	PB - Camara 1	PB - C1 - 05	72,8	71,9	72,5	72,3	71,5	<b>72,2</b>
6	PB - Camara 1	PB - C1 - 06	73,1	73,2	72,9	72,6	72,7	<b>72,9</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>71,9</b>	

En el relevamiento 02, se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia para dos PM (PB-C1-01 y PB-C1-03), los resultados se pueden ver en la Figura 6.6, donde los resultados están expresados en dB(A). Al momento de realizar el relevamiento de la cámara la temperatura era de 5,4 °C. La ubicación de cada uno de los PM en la cámara 1 se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.





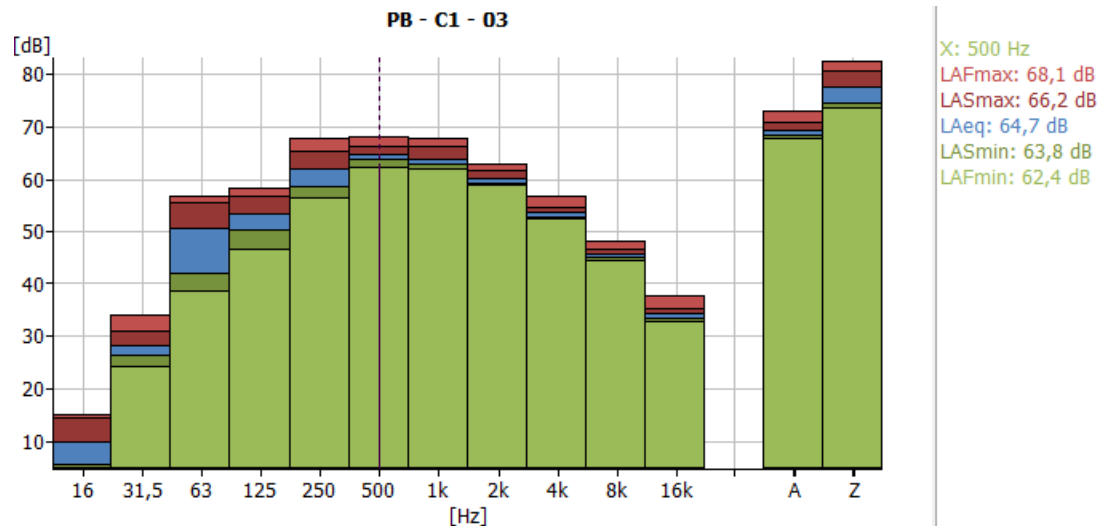


Figura 6.6 Gráficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en la cámara 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-C1-01 y PB-C1-03 con los valores expresados en dB(A).

### 6.1.1.3. Recepción y Expedición (RYE)

Consiste en un área de trescientos metros cuadrados aproximadamente, con cuatro portones para realizar la carga y descarga de productos a los camiones encargados del transporte de la mercadería. También hay un espacio destinado a oficinas donde trabajan catorce personas de forma continua durante la jornada de trabajo. La carga, descarga y movimiento de producto se realiza o bien con autoelevadores o con lagartos destinados para este fin.

La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico que se realiza mediante un sistema de cuatro equipos ubicados frente a cada uno de los portones a una altura elevada. También hay ruido debido al trabajo que en esta zona se realiza.

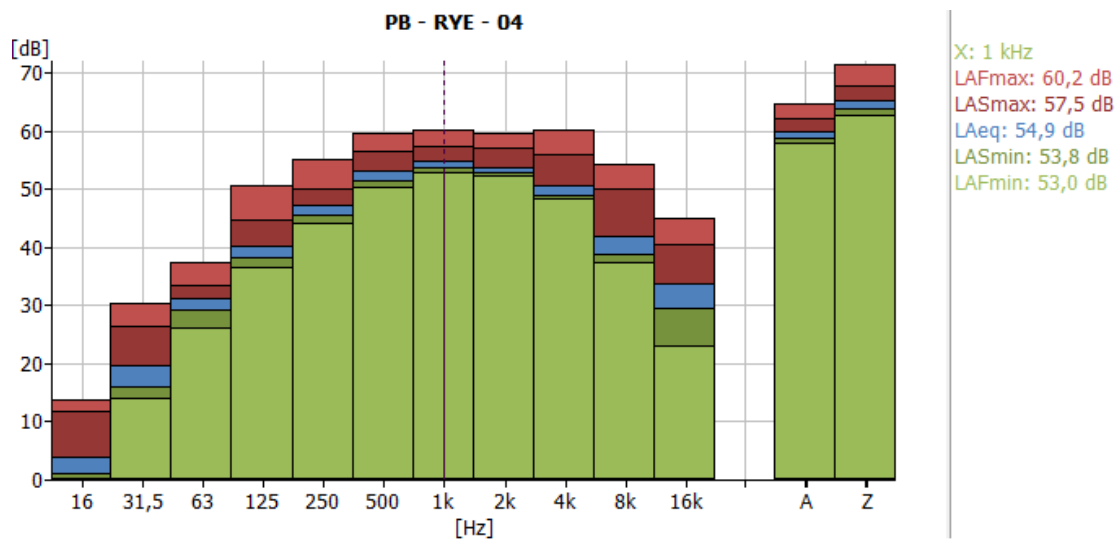
En total se midieron ocho PM en el relevamiento 01, obteniéndose un promedio de 68,2 dB(A). El nivel de ruido en esta área es variable en el tiempo, en función del trabajo que se esté realizando y de la temperatura, dado que se tiene que mantener los 18°C.

La Tabla 6.5 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.5 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de recepción y expedición con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 01	69,8	68,9	68,8	69,0	68,8	<b>69,1</b>
2	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 02	71,6	68,8	68,0	68,3	68,6	<b>69,1</b>
3	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 03	63,8	64,5	64,0	64,1	65,8	<b>64,4</b>
4	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 04	66,8	66,9	66,2	65,9	66,7	<b>66,5</b>
5	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 05	69,0	69,1	68,5	69,0	74,9	<b>70,1</b>
6	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 06	67,1	67,1	68,0	68,0	74,0	<b>68,8</b>
7	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 07	68,5	66,8	67,6	73,1	77,1	<b>70,6</b>
8	PB - Rec y Exp	PB - RYE - 08	68,0	66,4	67,2	67,5	67,7	<b>67,4</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>68,2</b>	

En el relevamiento 02, se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia para dos PM (PB-RYE-04 y PB-RYE-06), los resultados se pueden ver en la Figura 6.7, donde los resultados están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.



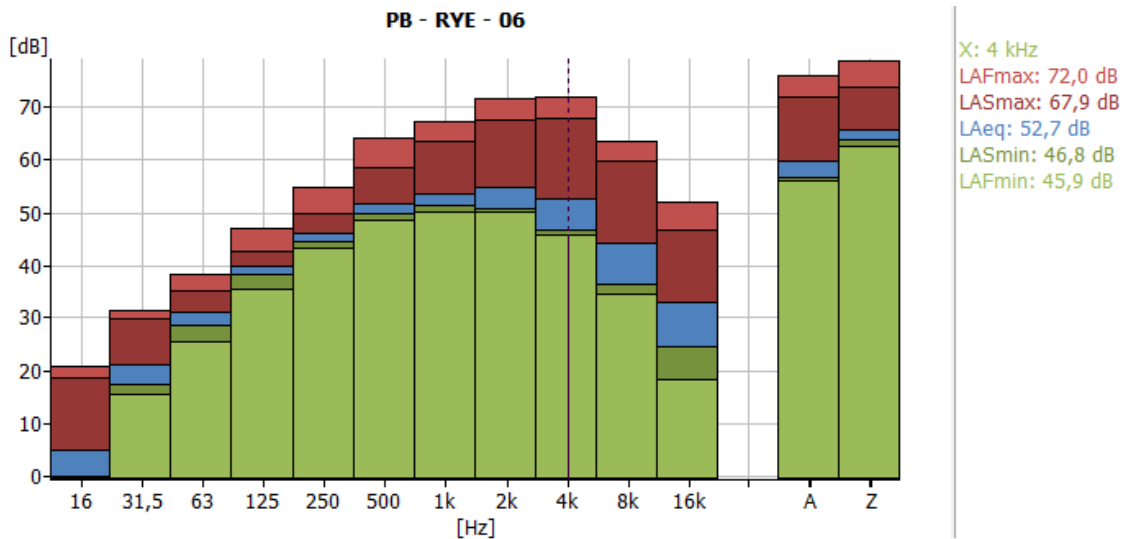


Figura 6.7 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de recepción y expedición del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-RYE-04 y PB-RYE-06 con los valores expresados en dB(A).

Se debe observar que este sector el nivel sonoro debería estar fundamentalmente afectado por el ruido de los camiones. En este caso y debido al bajo nivel de producción esta situación no se ve reflejada.

#### 6.1.1.4. Mantenimiento (Mant)

El área correspondiente a mantenimiento consiste en sesenta metros cuadrados, donde se encuentran guardadas unas baterías. Además, cuenta con una oficina donde trabaja el encargado de mantenimiento.

La fuente principal de ruido es un extractor de aire que tiene como función extraer hacia el exterior los gases tóxicos de las baterías. Este extractor se ubica fuera de la oficina, en una pared que da al exterior de la planta a una altura aproximada de cuatro metros.

En esta área, se midieron cuatro PM en el relevamiento 01, con un promedio de nivel sonoro para la oficina de 57,7 dB(A) y para la zona donde se encuentran las baterías de 78,2 dB(A). Las mediciones realizadas en la oficina de mantenimiento fueron realizadas con la puerta cerrada y con el extractor encendido por ser la forma habitual en la que se trabaja en esa oficina.

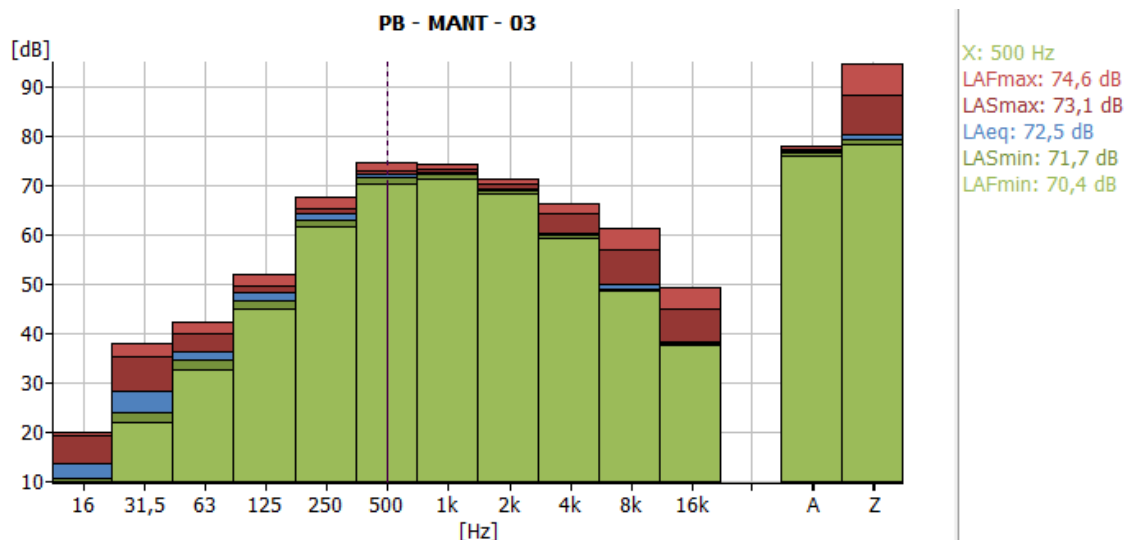
La Tabla 6.6 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.6 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de mantenimiento con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Mantenimiento PB - Mant - 01	75,4	75,9	75,1	75,6	75,2	<b>75,4</b>	
2	PB - Mantenimiento PB - Mant - 02	78,2	77,7	77,8	77,7	78,0	<b>77,9</b>	
3	PB - Mantenimiento PB - Mant - 03	81,5	81,2	81,2	81,2	81,3	<b>81,3</b>	
4	PB - Mantenimiento PB - Mant - 04	57,7	58,0	57,9	57,6	57,5	<b>57,7</b>	
<b>PROMEDIO</b>							<b>73,1</b>	

En el relevamiento 02 se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia para dos PM en el interior del edificio, uno justo abajo del extractor (PB-MANT-03) y otro dentro de la oficina de mantenimiento (PB-MANT-04). A su vez, se relevó un PM en el exterior del edificio, debajo del extractor (EX-MANT). En los tres casos, el extractor estaba funcionando al momento de realizar la medición.

En la Figura 6.8 se muestra el espectro por banda de octava para cada uno de los PM relevados, los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM en el sector de mantenimiento se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.



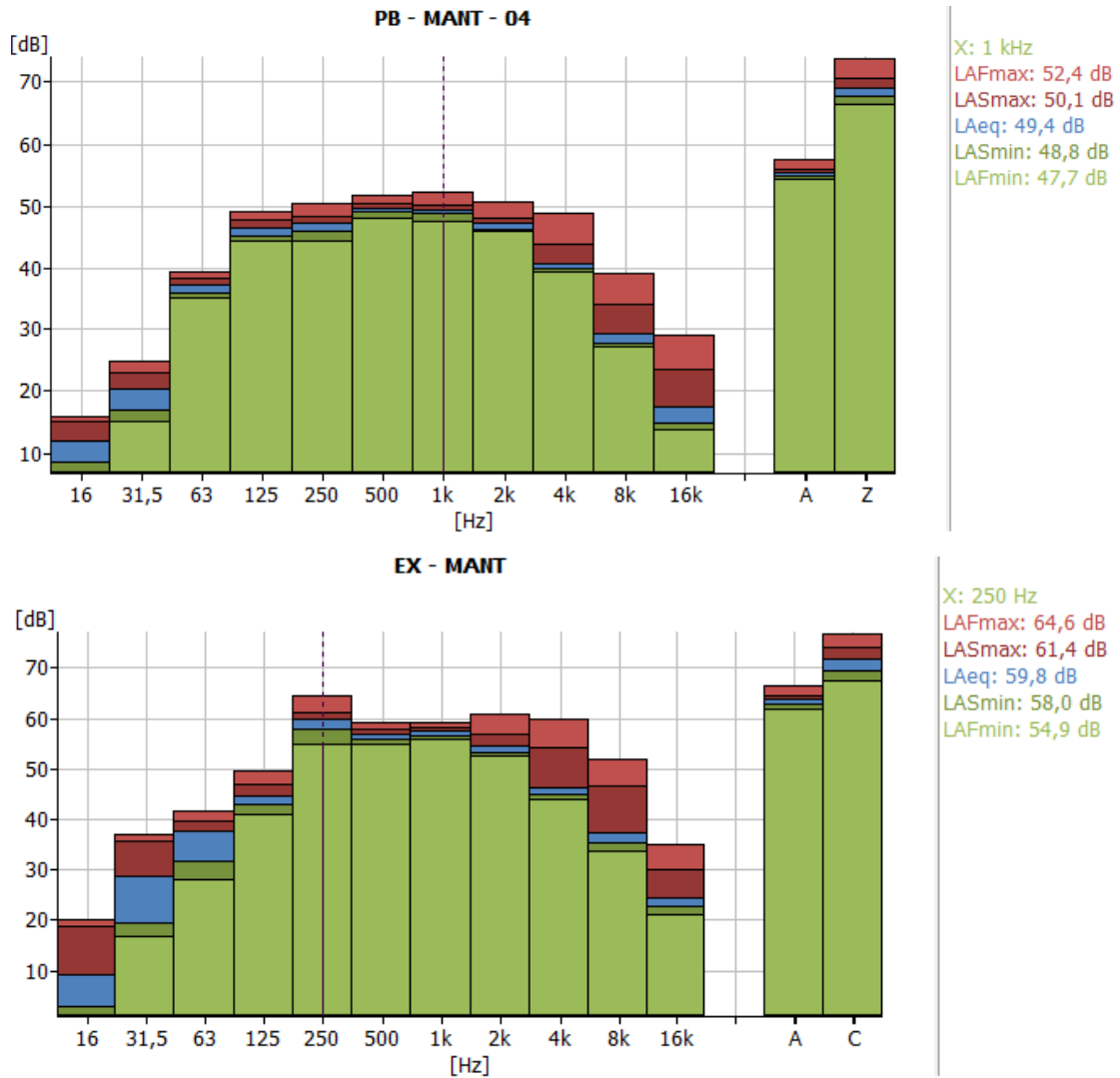


Figura 6.8 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de mantenimiento del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-MANT-03, PB-MANT-04 y EX-MANT con los valores expresados en dB(A).

Para el PM ubicado en el exterior, también se graba un registro en el tiempo del nivel de presión sonora y el sonido durante casi tres minutos como se muestra en el gráfico correspondiente a la Figura 6.9. Los valores están expresados en dB(A).

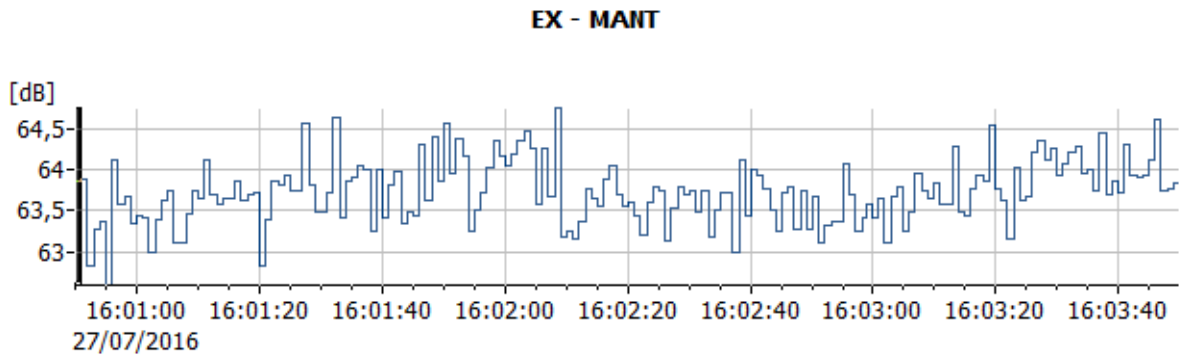


Figura 6.9 Grafica del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de mantenimiento para el punto EX-MANT del análisis temporal del nivel de presión sonora equivalente, expresado en dB(A).

#### 6.1.1.5. *Empaque (EMP)*

El área destinada a la zona de empaque tiene una superficie de cuatrocientos metros cuadrados aproximadamente. En este lugar se realizan todas las tareas relacionadas con la manufactura. Se cuenta con una serie de máquinas y con varias cintas transportadoras, aunque la mayor parte del trabajo se realiza de forma manual. Trabajan dieciocho personas en jornadas de nueve horas con una hora de descanso.

El nivel de ruido en esta área es variable dependiendo de qué máquinas estén en funcionamiento, qué tipo de tareas se estén realizando y de si se está transportando mercadería. La fuente principal de ruido es el funcionamiento de las máquinas, así como el personal realizando las tareas correspondientes.

En la Tabla 6.7 se muestra el detalle de las máquinas que se encuentran en el sector de empaque, en la Figura 6.10 se pueden ver fotografías de las cuatro máquinas.

Tabla 6.7 Tabla de detalle de maquinaria del sector de empaque

Denominación	Detalle
M1	Maquina empaquetadora
M2	Maquina etiquetadora
M3	Cinta transportadora
M4	Cinta transportadora



(M1)



(M2)



(M3)



(M4)

Figura 6.10 Maquinas del sector de empaque. M1 es una maquina empaquetadora, M2 es una maquina etiquetadora, M3 y M4 son cintas transportadoras

Sobre el corredor 1, lugar de la zona de empaque donde el nivel sonoro es mayor, trabajan dos máquinas: una encargada de empaquetar medicamentos (M1) y la segunda encargada de etiquetar las cajas de medicamentos (M2). En el corredor 2 se ubica una cinta transportadora (M3) y en el corredor 4 se ubica otra cinta transportadora (M4), como se puede observar en el Figura 6.11.

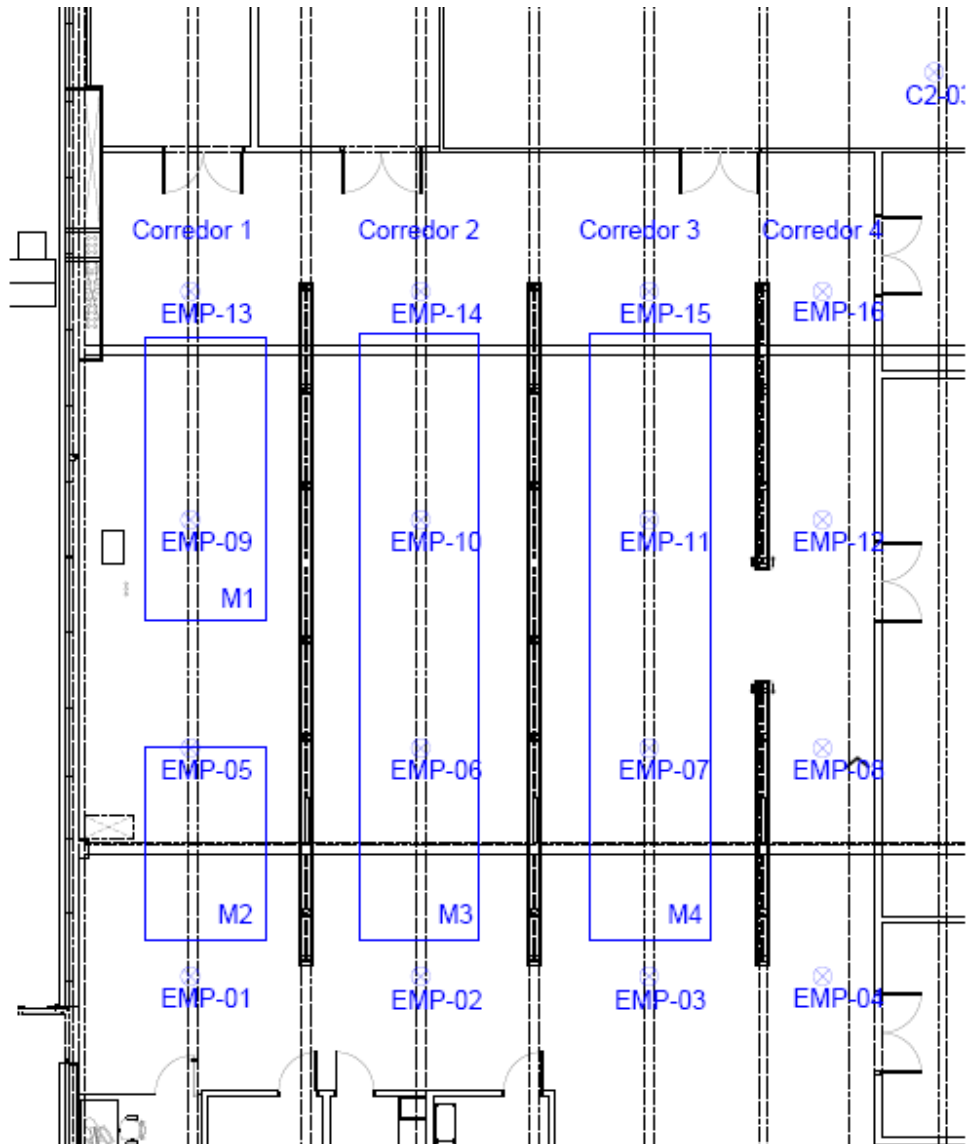


Figura 6.11 Plano de planta correspondiente al sector de empaque donde se muestran la ubicación de las máquinas M1, M2, M3 y M4, así como la ubicación de los puntos de la grilla del sector.

En el relevamiento 01 en la zona de empaque, se midieron en total dieciséis PM, obteniéndose un promedio de 70,9 dB(A). En algunos de los PM donde se hicieron los relevamientos, se optó realizar las mediciones de ruido para distintas configuraciones y tareas, en distintos momentos. La Figura 6.12 muestra fotografías del momento en el que se realizaron las mediciones correspondientes a la M2, punto PB-EMP-05 y a la M4, punto PB-EMP-03.





Figura 6.12 Fotografías del momento de toma de mediciones en el sector de empaque correspondientes a la M2, punto PB-EMP-05 y la M4, punto PB-EMP-03

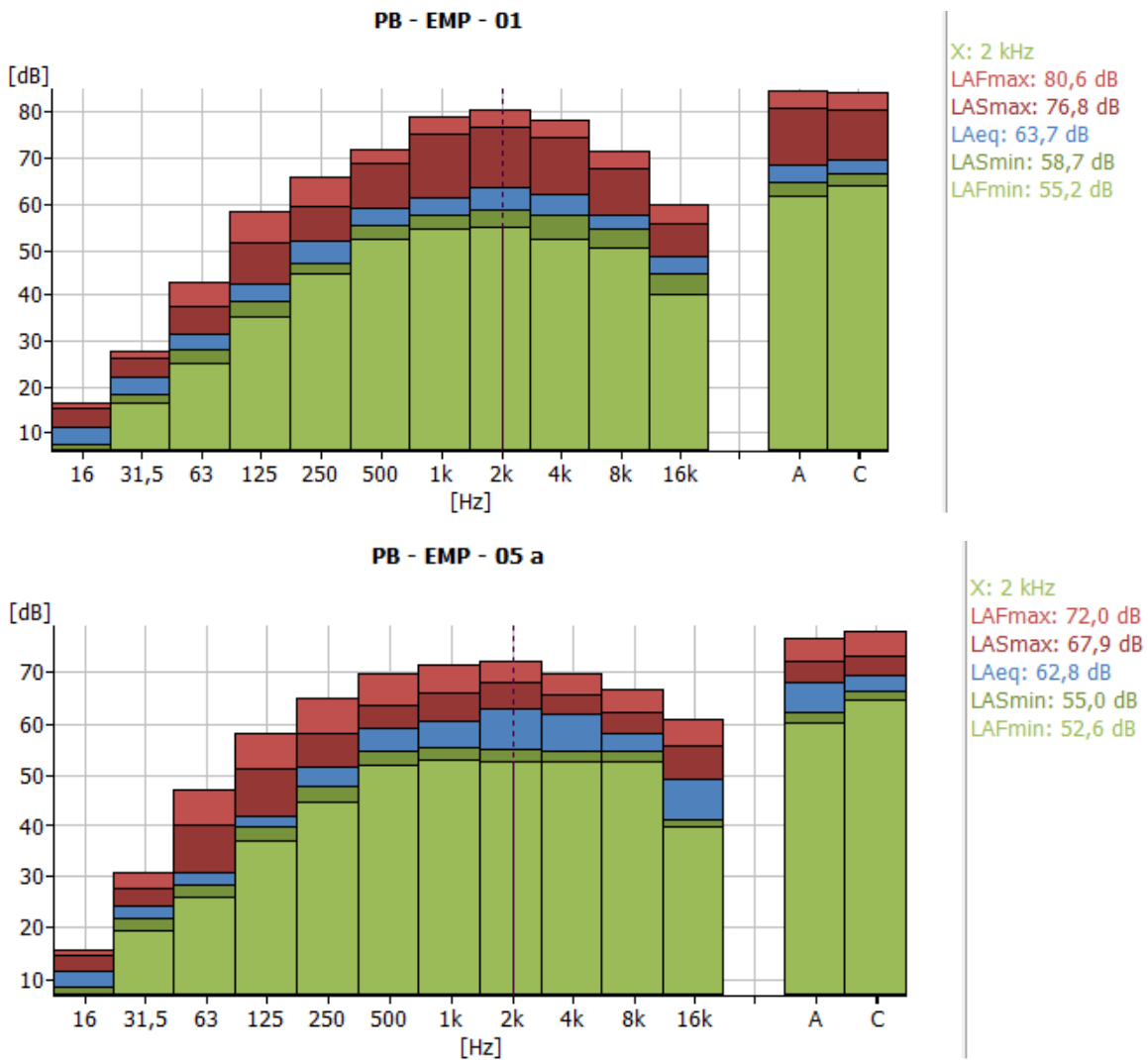
La Tabla 6.8 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

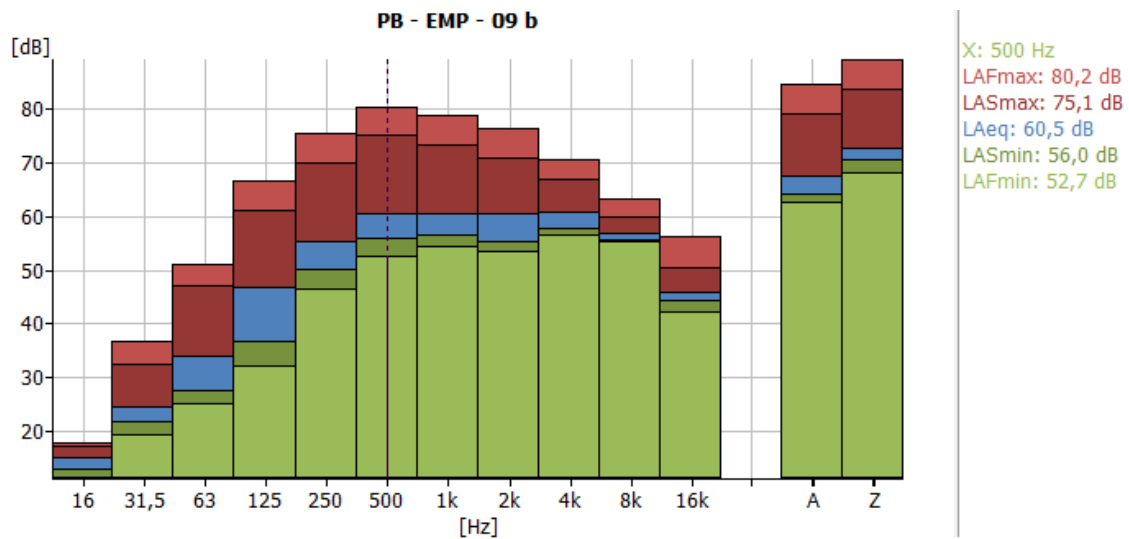
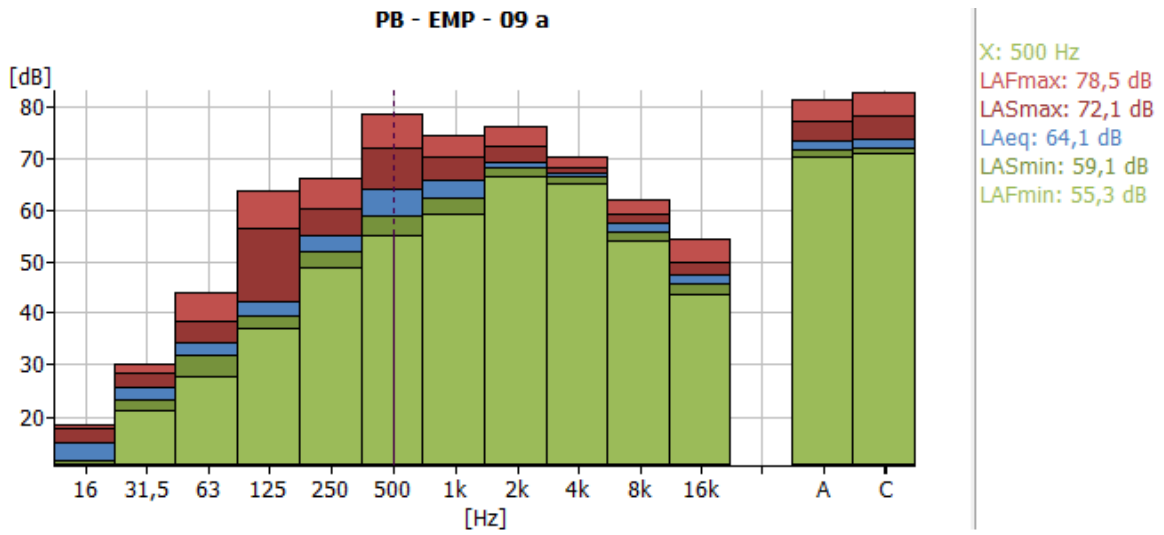
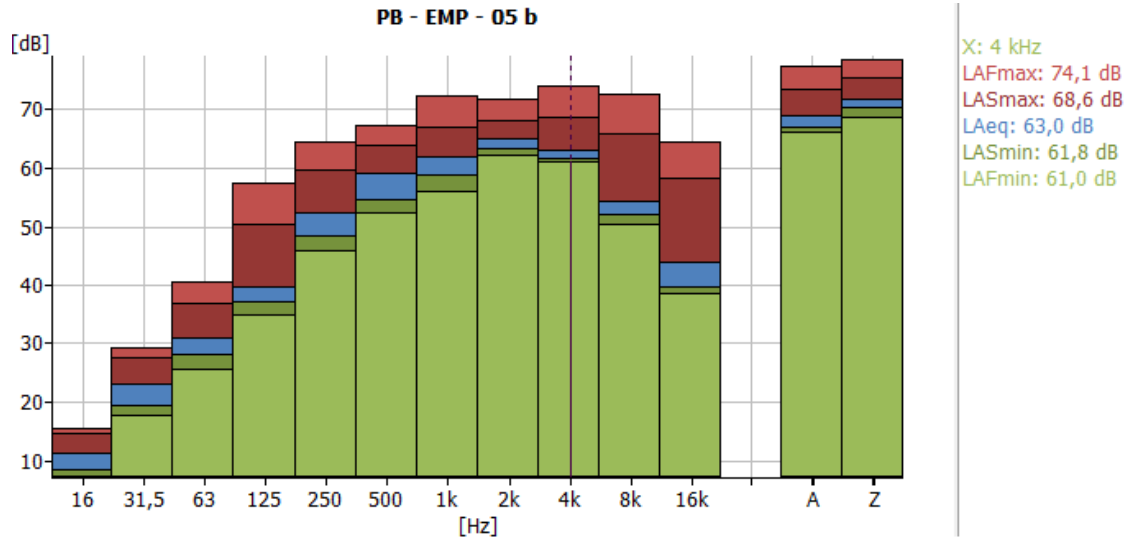
Tabla 6.8 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de empaque con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Empaque	PB - EMP - 01	70,0	72,4	72,9	69,7	72,9	<b>71,6</b> Solo M1 funcionando
2	PB - Empaque	PB - EMP - 01	69,5	71,9	69,1	67,7	72,2	<b>70,1</b> Solo M2 funcionando
3	PB - Empaque	PB - EMP - 02	64,4	66,1	63,3	71,1	67,7	<b>66,5</b> Sin rechazos
4	PB - Empaque	PB - EMP - 03	68,4	72,4	66,8	66,7	67,7	<b>68,4</b> Gente trabajando
5	PB - Empaque	PB - EMP - 04	69,1	70,5	68,1	70,8	66,2	<b>68,9</b> Gente trabajando - Transportes de goma
6	PB - Empaque	PB - EMP - 05	75,8	73,6	75,1	78,6	75,9	<b>75,8</b> M1 y M2 funcionando
7	PB - Empaque	PB - EMP - 05	83,3	79,4	89,8	73,2	70,2	<b>79,2</b> M2 funcionando, ruido de impacto.
8	PB - Empaque	PB - EMP - 06	68,7	70,8	69,2	69,5	64,6	<b>68,6</b>
9	PB - Empaque	PB - EMP - 07	70,0	73,0	69,0	68,3	74,3	<b>70,9</b> Gente trabajando
10	PB - Empaque	PB - EMP - 08	66,8	69,2	61,9	62,7	67,9	<b>65,7</b> Gente trabajando
11	PB - Empaque	PB - EMP - 09	77,3	76,0	77,2	76,3	75,7	<b>76,5</b> M1 y M2 funcionando
12	PB - Empaque	PB - EMP - 09	78,2	76,3	78,3	77,4	77,6	<b>77,6</b> M1 y M2 funcionando
13	PB - Empaque	PB - EMP - 10	70,4	66,7	70,0	71,6	69,2	<b>69,6</b> M1 y M2 funcionando
14	PB - Empaque	PB - EMP - 11	70,6	72,6	67,1	70,0	68,6	<b>69,8</b> Sin linea trabajando
15	PB - Empaque	PB - EMP - 12	74,8	63,5	66,1	65,3	70,1	<b>68,0</b> Gente trabajando
16	PB - Empaque	PB - EMP - 13	71,3	73,3	72,4	71,6	73,1	<b>72,3</b>
17	PB - Empaque	PB - EMP - 14	72,4	71,9	70,9	71,6	69,2	<b>71,2</b>
18	PB - Empaque	PB - EMP - 15	64,9	72,6	61,6	69,4	65,5	<b>66,8</b> Sin linea trabajando
19	PB - Empaque	PB - EMP - 16	73,1	64,8	77,3	63,2	67,9	<b>69,3</b> Gente trabajando - Transporte con lagartos
<b>PROMEDIO</b>							<b>70,9</b>	

En el relevamiento 02, se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia. Al igual que en la etapa anterior del relevamiento, en este caso se relevaron varios PM y algunos de ellos con diferentes configuraciones de máquinas funcionando o no.

En el corredor 1 se midieron los siguientes PM: PB-EMP-01, PB-EMP-05, PB-EMP-09 y PB-EMP-13. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Figura 6.13, donde los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM en el sector de empaque se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.





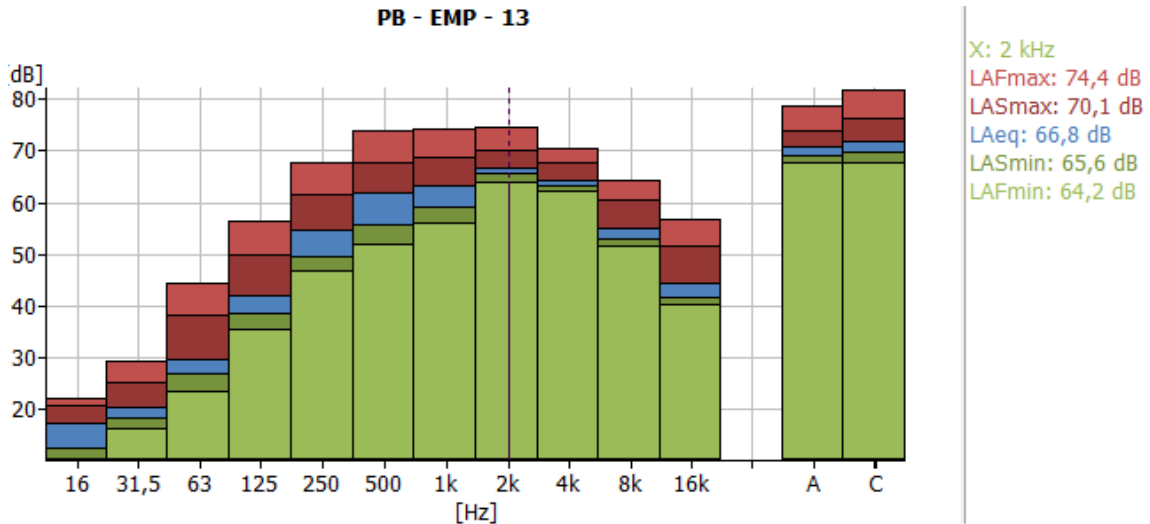


Figura 6.13 Gráficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-EMP-01, PB-EMP-05, PB-EMP-09 y PB-EMP-13 con los valores expresados en dB(A).

En el momento de realizar las mediciones, las condiciones de funcionamiento eran las que se detallan:

- PB-EMP-01: dos personas trabajando en M2; M1 y M2 en funcionamiento.
- PB-EMP-05 a: dos personas trabajando en M2; M1 y M2 en funcionamiento.
- PB-EMP-05 b: únicamente M1 en funcionamiento.
- PB-EMP-09 a: cinco personas trabajando en M1; M1 y M2 en funcionamiento.
- PB-EMP-09 b: cinco personas trabajando en M1 que no estaba en funcionamiento.
- PB-EMP-13: dos personas trabajando en M1; M1 y M2 en funcionamiento.

A su vez, para los dos PM centrales (PB – EMP – 05 y PB – EMP – 09) se realizó una nueva medición para relevar la variación del nivel de presión sonora en el tiempo. Estos resultados se pueden ver en la Figura 6.14 y Figura 6.15 respectivamente. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM en el sector de empaque se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.

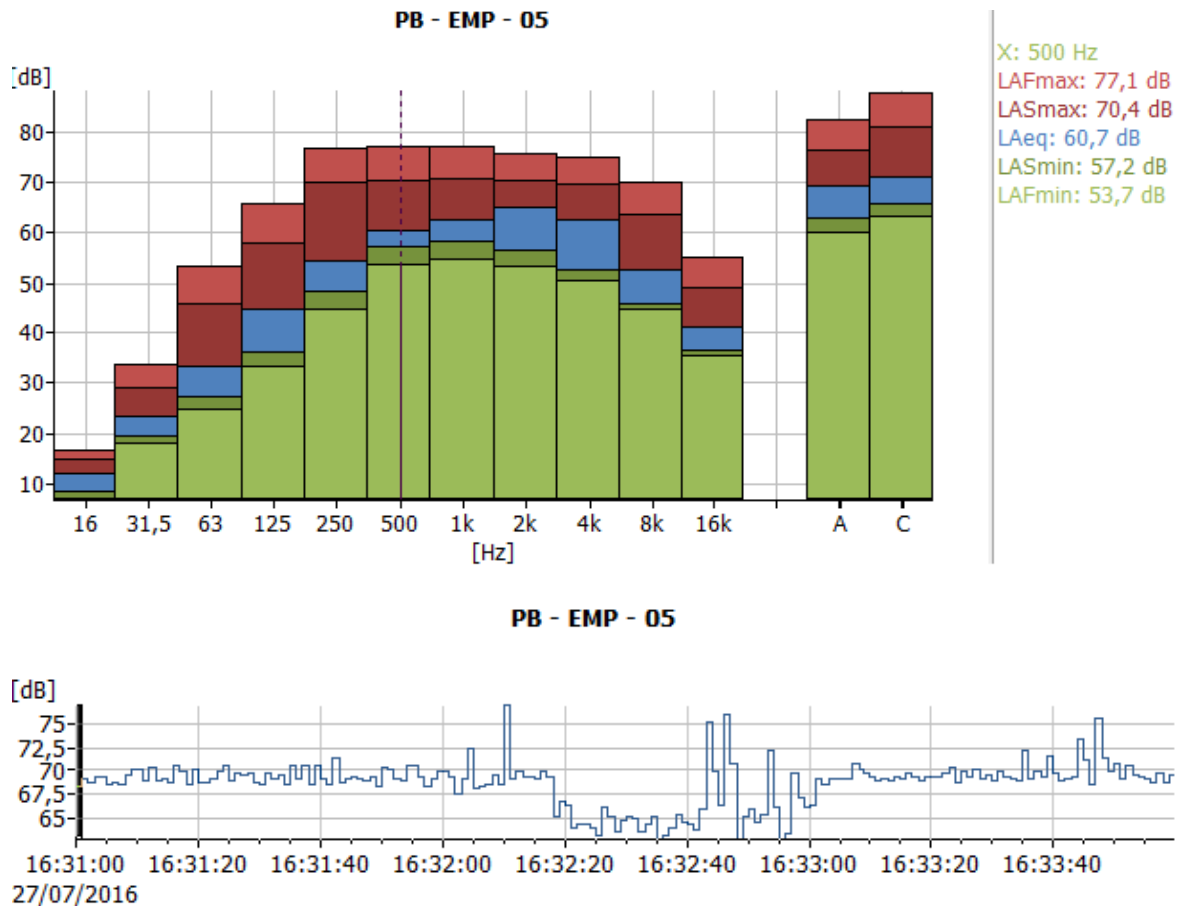


Figura 6.14 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque, del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el punto de la grilla del 1° corredor de empaque, PB-EMP-05.

Para el PM PB-EMP-05 solamente la máquina empaquetadora (M1) estaba en funcionamiento con tres personas trabajando. Como se observa en la Figura 6.14, en el gráfico de nivel de presión sonora se grabaron tres minutos. Cuando comenzó la grabación, la máquina estaba funcionando. A las 16:32:20 hs aproximadamente dejó de funcionar, comenzando nuevamente a las 16:33:00 hs.

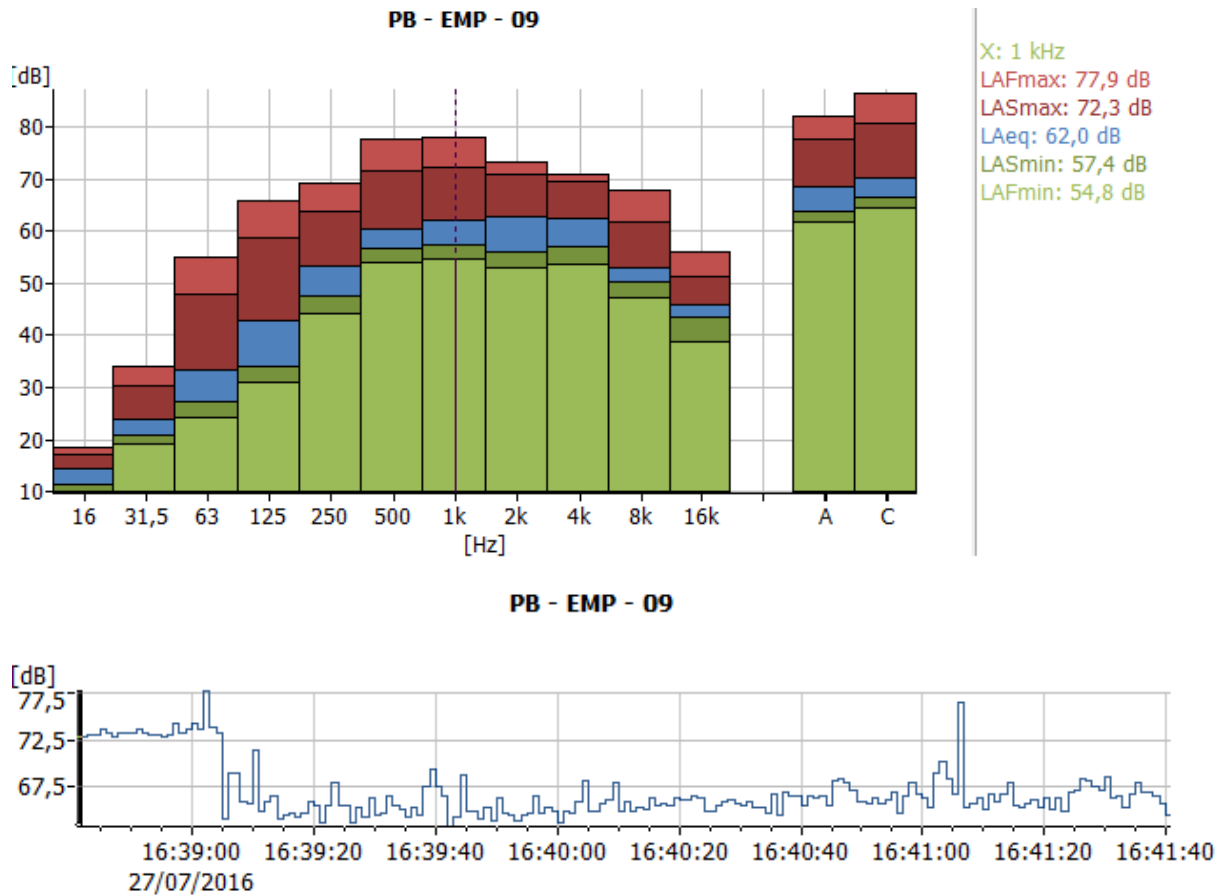
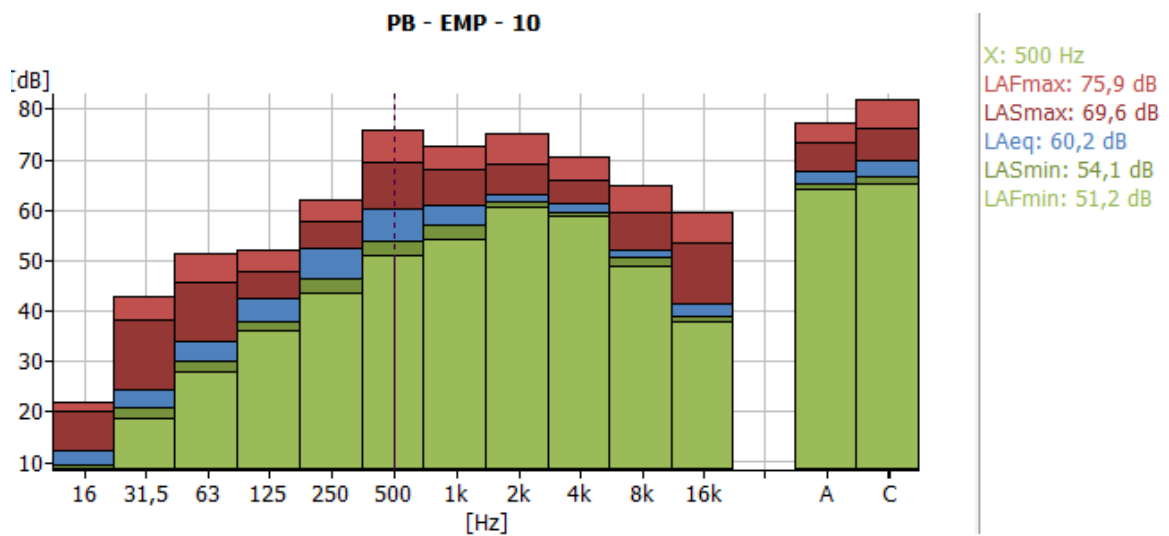
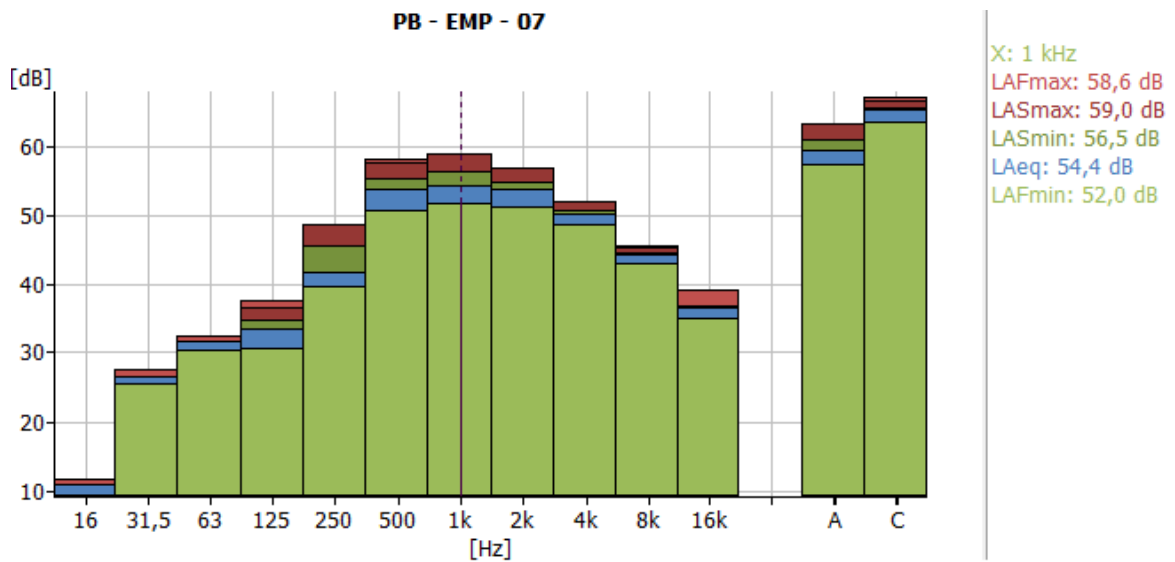
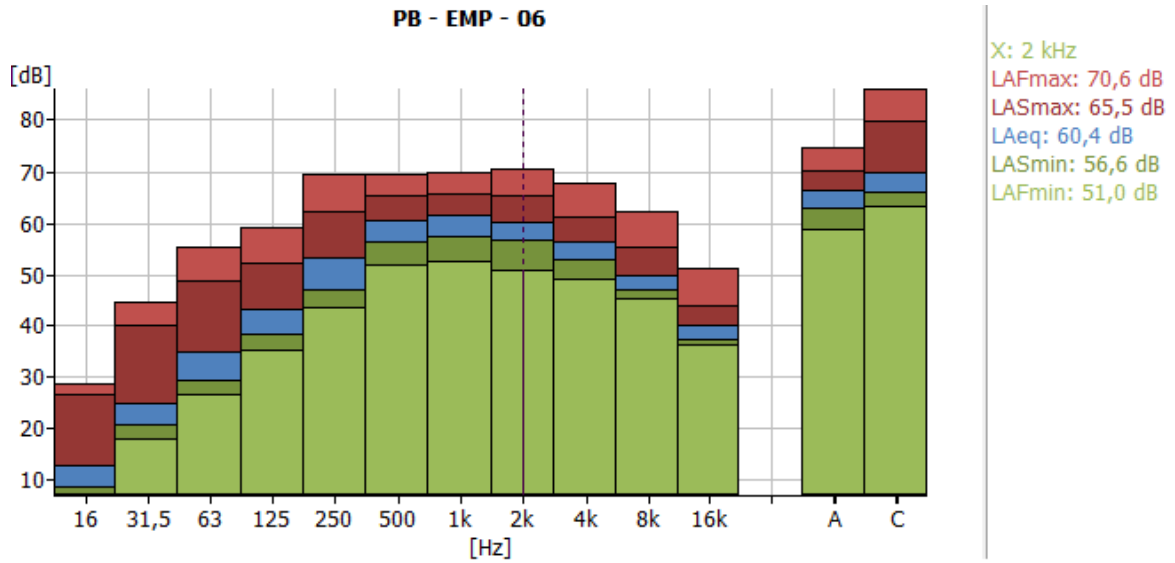


Figura 6.15 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque, del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO , con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora , con los valores expresados en dB(A), para el punto de la grilla del 1º corredor de empaque, PB-EMP-09.

Durante la medición del PM PB-EMP-09, solamente M1 estaba en funcionamiento con tres personas trabajando. Como se observa en la Figura 6.15, en el gráfico de nivel de presión sonora, de los tres minutos que se grabaron la máquina comenzó funcionando y pasadas las 16:39:00 hs. dejó de funcionar por el resto del tiempo grabado.

En la zona correspondiente al segundo y tercer corredor, el laboratorio cuenta con cintas transportadoras de goma (M3 y M4). El trabajo en esta zona es básicamente manual. En estos corredores se volvieron a medir cuatro PM (PB-EMP-06, PB-EMP-07, PB-EMP-10 y PB-EMP-14) de los ocho relevados en el relevamiento 01, obteniéndose los resultados mostrados en la Figura 6.16. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM en el sector de empaque se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.



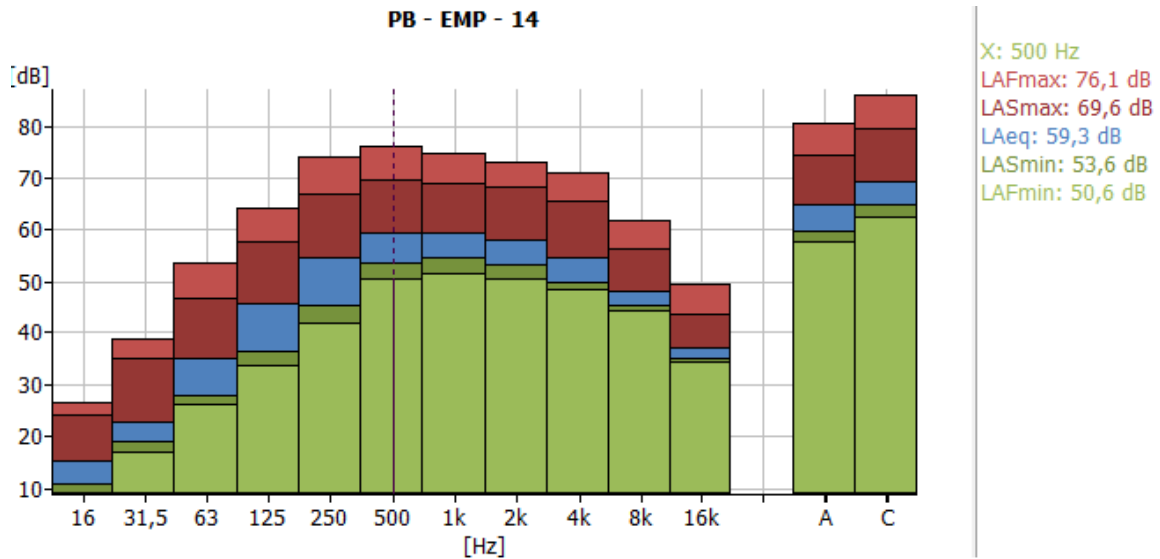


Figura 6.16 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de empaque del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-EMP-06, PB-EMP-07, PB-EMP-10 y PB-EMP-14 con los valores expresados en dB(A).

En el periodo de tiempo en que se realizaron las mediciones las dos cintas transportadoras (M3 y M4) estaban funcionando. En la cinta M4 correspondiente al PM PB-EMP-07 se encontraban dos personas trabajando y en la cinta M3 correspondiente a los PM PB-EMP-06 y PB-EMP-10 estaban trabajando cinco personas.

### 6.1.2. Primer Piso

La Figura 6.17 muestra los diferentes sectores del primer piso donde se realizaron los relevamientos. Cada color representa un sector diferente y el código de colores se puede ver en la misma figura sobre el lateral derecho.

A continuación se realiza el estudio individualizado para algunos de los sectores diferenciados en el plano de planta. Los sectores que no se detallan en los puntos que siguen a continuación se pueden ver en el Anexo C. Complemento de resultados obtenidos primer piso, donde se presenta toda la información obtenida durante los dos relevamientos.



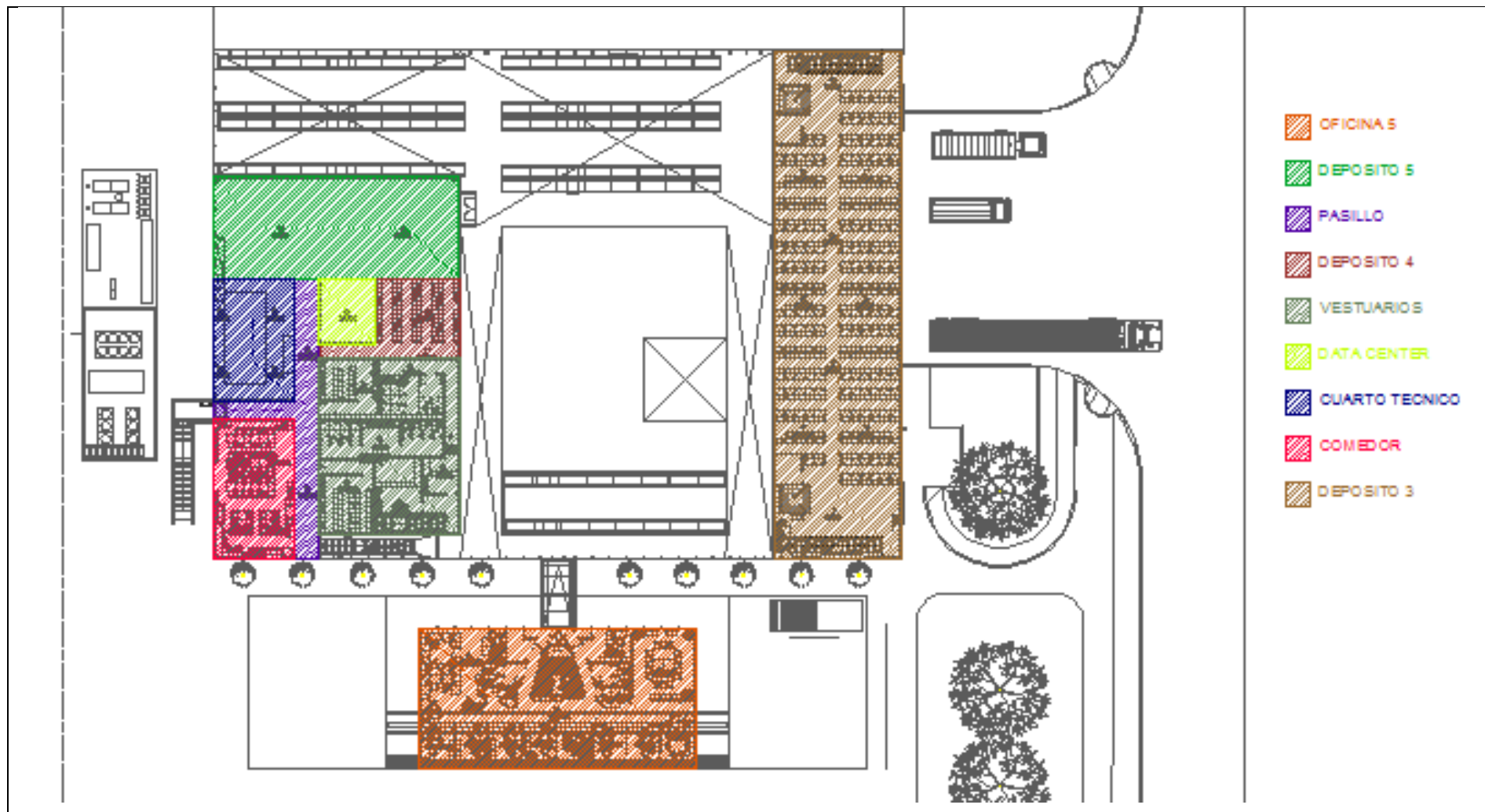


Figura 6.17 Plano de planta del laboratorio con divisiones por sectores correspondiente a Primer Piso

### 6.1.2.1. Depósito 3 (D3)

El depósito 3 consiste en un área de cuatrocientos ochenta metros cuadrados, ubicado en el primer piso arriba del área de mantenimiento, recepción y expedición y parte del depósito 1. Se puede acceder mediante dos escaleras o dos ascensores, que también se utilizan para el ingreso y el retiro de mercadería del depósito.

La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico que se realiza mediante un sistema de ductos aéreos con una manejadora de aire ubicada en el cuarto técnico del segundo piso.

Para asegurar las condiciones del producto terminado y de la materia prima, en este lugar también se monitorea la temperatura ambiente y la humedad. En el momento que se realizarse las mediciones, la temperatura es de 19°C y la humedad relativa de 45%.

En el relevamiento 01 del depósito 3 se midieron diez PM distribuidos a lo largo de todo el depósito, obteniéndose un promedio de 56,3 dB(A). El nivel de ruido en esta área es constante en el tiempo y varía básicamente en función con la distancia a la fuente de ruido.

Algunos de los PM relevados tienen distancias menores a un metro a las estanterías donde se almacena la mercadería. Esto se deja explicitado en la tabla de resultados.

La Tabla 6.9 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.9 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 3 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PA - Deposito 3	PA - D3 - 01	56,7	56,2	56,3	56,4	56,0	<b>56,3</b>	
2	PA - Deposito 3	PA - D3 - 02	54,4	54,9	54,4	54,6	54,0	<b>54,5</b>	Distancia a paredes 40 cm
3	PA - Deposito 3	PA - D3 - 03	50,3	50,4	50,6	50,3	50,2	<b>50,4</b>	Distancia a paredes 40 cm
4	PA - Deposito 3	PA - D3 - 04	58,5	56,6	56,6	57,3	56,8	<b>57,2</b>	
5	PA - Deposito 3	PA - D3 - 05	58,8	58,3	58,4	58,3	58,7	<b>58,5</b>	Distancia a paredes 60 cm
6	PA - Deposito 3	PA - D3 - 06	56,6	56,6	56,4	56,9	56,8	<b>56,7</b>	Distancia a paredes 60 cm
7	PA - Deposito 3	PA - D3 - 07	59,1	58,3	59,0	58,5	58,5	<b>58,7</b>	
8	PA - Deposito 3	PA - D3 - 08	56,3	56,6	56,7	60,1	56,7	<b>57,3</b>	Distancia a paredes 45 cm
9	PA - Deposito 3	PA - D3 - 09	55,3	55,8	55,8	55,7	55,2	<b>55,6</b>	Distancia a paredes 45 cm
10	PA - Deposito 3	PA - D3 - 10	57,9	57,5	57,9	57,8	57,8	<b>57,8</b>	
<b>PROMEDIO</b>							<b>56,3</b>		

En el relevamiento 02 se midieron dos PM (PA-D3-04 y PA-D3-07) en el depósito 3. Si bien mientras se realizaron las mediciones no estaba lloviendo, había llovido unas horas antes por lo que la medición se puede ver un poco afectada por la caída de agua en los desagües.

En la Figura 6.18 se muestran los resultados obtenidos al analizar el espectro por banda de octava de frecuencia, los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM del depósito 3 se puede ver en la Figura A.2 del Anexo A.

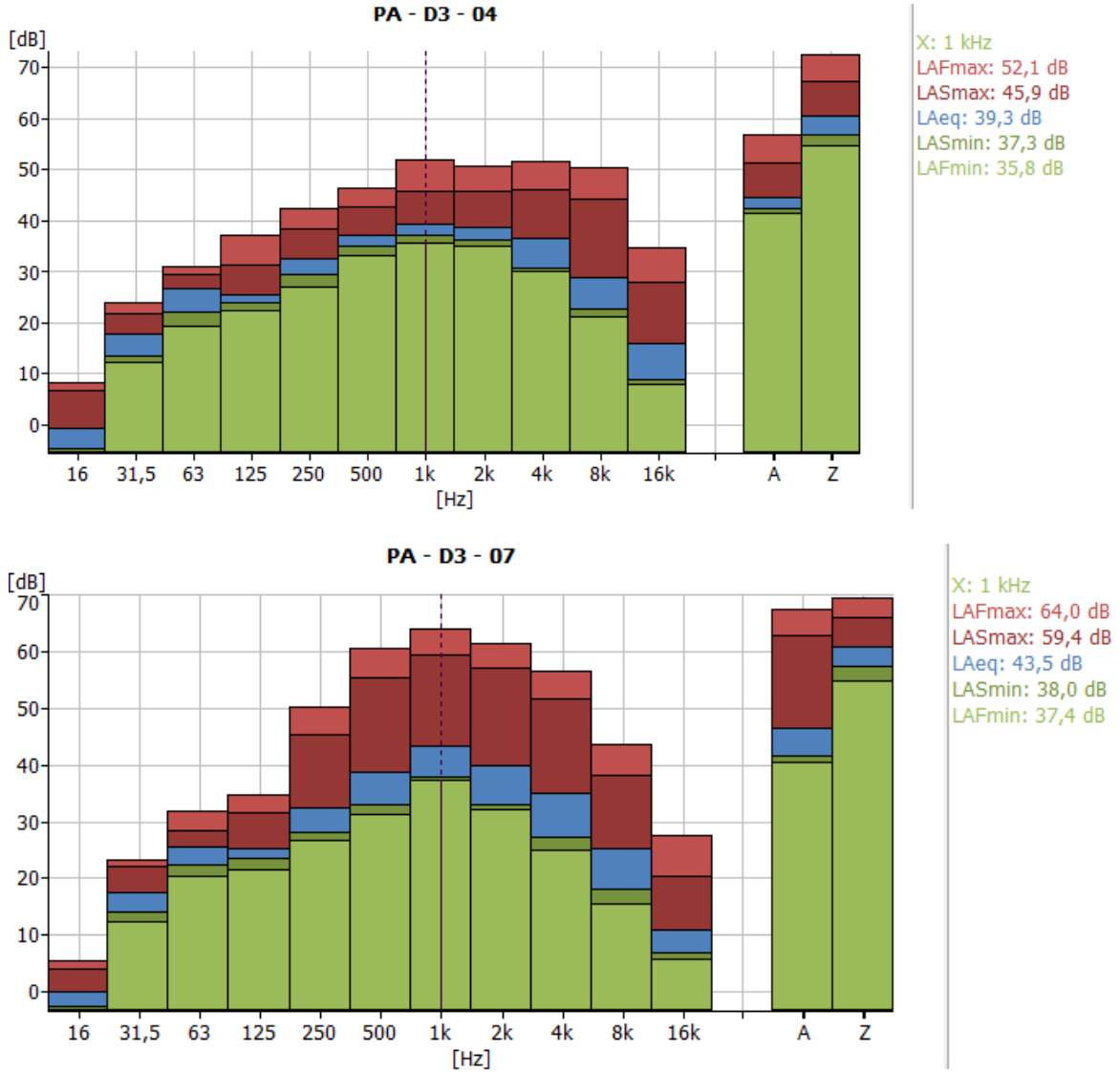


Figura 6.18 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el depósito 3 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-D3-04 y PA-D3-07 con los valores expresados en dB(A).

#### 6.1.2.2. Cuarto técnico (CT)

El cuarto técnico comprende un área de setenta metros cuadrados donde se encuentra la manejadora de aire, encargada del acondicionamiento térmico de todo el edificio. La fuente de ruido principal es causada por el funcionamiento de la máquina. Se destaca que es un área en la que no trabaja gente habitualmente.

En el relevamiento 01 se midieron en total cuatro PM, con la manejadora de aire funcionando, con un valor promedio de 72,8 dB(A).

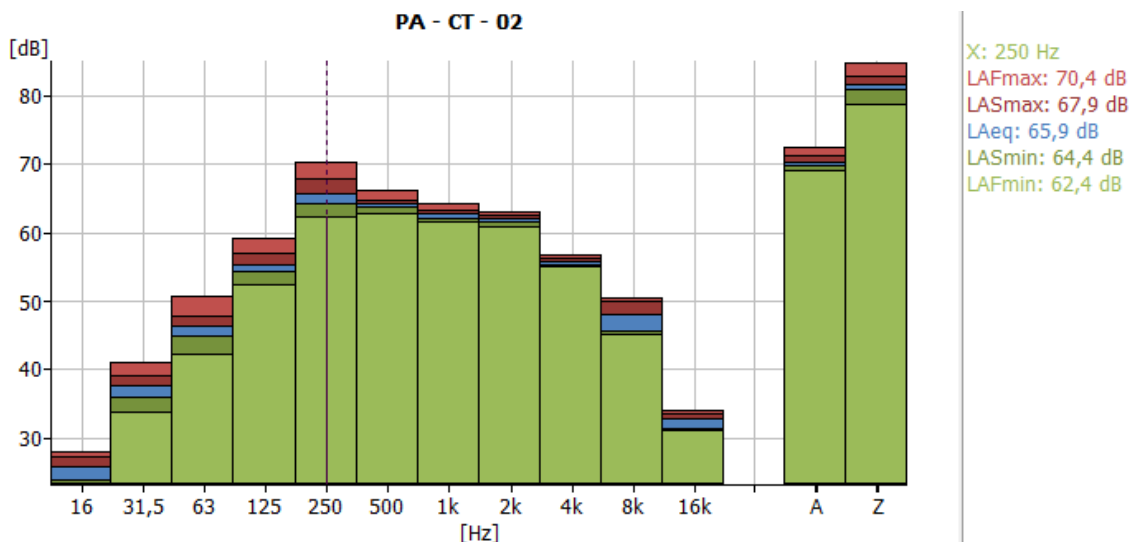
La Tabla 6.10 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.10 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del cuarto técnico con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Cuarto técnico PA - CT - 01	72,3	71,8	71,8	71,7	72,3	<b>72,0</b>	Manejadoras de aire
2	PA - Cuarto técnico PA - CT - 02	71,8	71,4	71,5	71,7	72,5	<b>71,8</b>	Manejadoras de aire
3	PA - Cuarto técnico PA - CT - 03	73,5	73,6	73,3	73,6	74,1	<b>73,6</b>	Manejadoras de aire
4	PA - Cuarto técnico PA - CT - 04	74,2	74,0	73,9	73,2	73,7	<b>73,8</b>	Manejadoras de aire
<b>PROMEDIO</b>							<b>72,8</b>	

En el relevamiento 02 se midieron dos PM (PA-CT-02 y PA-CT-04) en el cuarto técnico. La manejadora estaba en funcionamiento a la hora de realizar las mediciones y las puertas estaban cerradas.

En la Figura 6.19 se muestran los resultados obtenidos al analizar el espectro por banda de octava de frecuencia. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM se puede ver en la Figura A.2 del Anexo A.



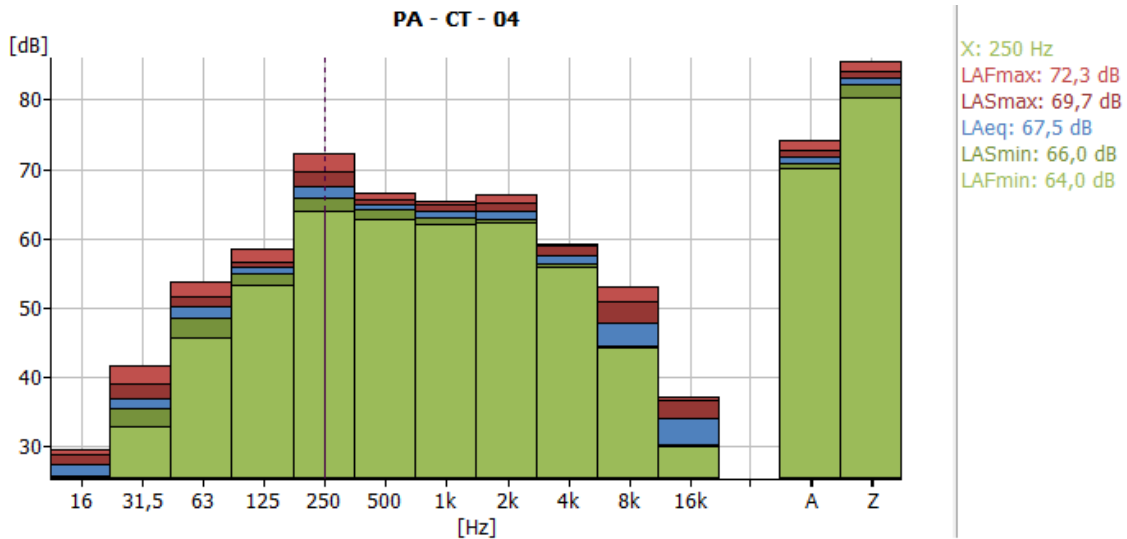


Figura 6.19 Gráficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el cuarto técnico del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-CT-02 y PA-CT-04 con los valores expresados en dB(A).

### 6.1.3. Oficinas

El ingreso al laboratorio se realiza por el sector de oficinas ubicado justo delante de la zona industrial del laboratorio, con la cual se comunica mediante un pasillo interno que conecta directamente con el depósito 1.

El sector de oficinas se desarrolla en dos pisos y cuenta con oficinas individuales y zonas de oficinas grupales; también hay salas de reuniones, recepción, baños y cocina.

#### 6.1.3.1. Oficinas 1 (Of1)

Situada en la planta baja, la zona de oficinas 1 consiste en un área de doscientos setenta metros cuadrados donde trabajan quince personas. Cuenta con seis oficinas individuales, dos áreas de oficinas grupales, un espacio destinado a recepción, dos baños y una cocina.

Se midieron en total doce PM en el relevamiento 01, en las ubicaciones que se muestran en la Figura 6.3 y Figura A.1. En las oficinas que no se contaba con suficiente espacio, los PM se midieron a 1,2 metros de altura por encima de los escritorios como se detalla en las observaciones del cuadro donde se presentan los resultados obtenidos.

El valor promedio obtenido fue de 50,6 dB(A), debido mayormente al acondicionamiento térmico que en esta zona se realiza mediante equipos correspondientes a unidades interiores del aire acondicionado central.

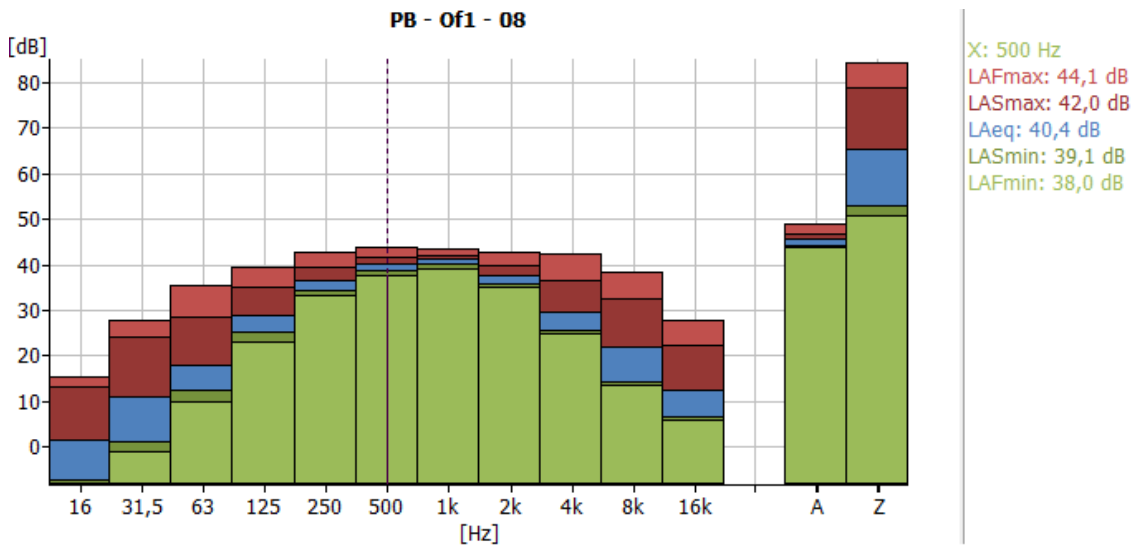
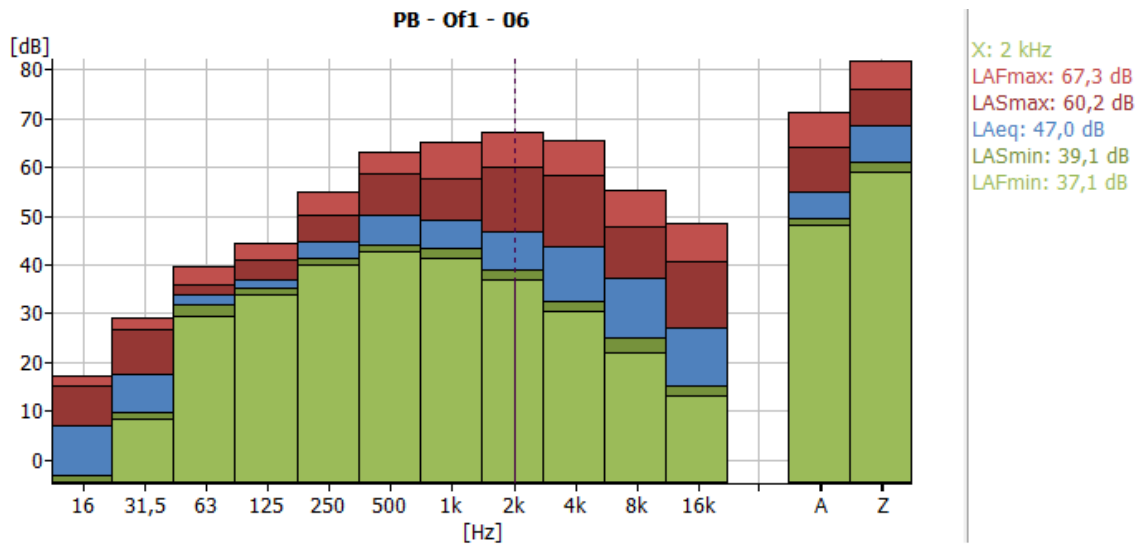
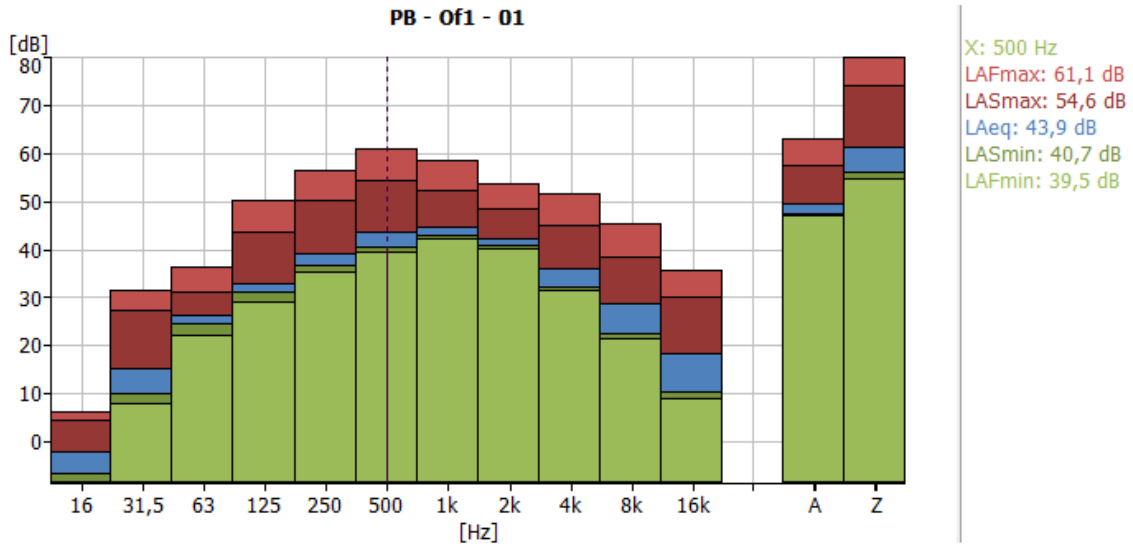
La Tabla 6.11 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.11 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de las oficinas 1 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Oficinas 1	49,9	51,3	56,7	50,7	48,7	<b>51,5</b>	
2	PB - Oficinas 1	50,7	52,4	53,9	53,0	52,4	<b>52,5</b>	
3	PB - Oficinas 1	46,5	47,8	46,9	50,2	59,2	<b>50,1</b>	AA split inverter ventilador - ruido exterior
4	PB - Oficinas 1	46,4	48,9	47,5	47,3	48,1	<b>47,6</b>	AA split inverter ventilador - ruido exterior
5	PB - Oficinas 1	51,7	51,7	43,6	50,6	54,7	<b>50,5</b>	AA split inverter ventilador - ruido exterior
6	PB - Oficinas 1	54,0	56,8	57,3	54,1	55,6	<b>55,6</b>	AA cassette
7	PB - Oficinas 1	51,7	50,5	50,5	49,8	52,2	<b>50,9</b>	AA split ventilador - teclado - ruido exterior
8	PB - Oficinas 1	48,0	48,3	48,4	48,1	47,9	<b>48,1</b>	AA split inverter ventilador - ruido exterior
9	PB - Oficinas 1	55,5	48,1	48,4	51,9	49,1	<b>50,6</b>	AA split inverter ventilador - ruido exterior
10	PB - Oficinas 1	47,1	55,1	45,0	44,8	49,0	<b>48,2</b>	AA cassette
11	PB - Oficinas 1	42,9	44,8	50,0	45,4	43,9	<b>45,4</b>	AA cassette
12	PB - Oficinas 1	56,1	56,3	57,8	56,6	56,7	<b>56,7</b>	Comedor (AA inverter - heladera)
<b>PROMEDIO</b>							<b>50,6</b>	

Durante el relevamiento 02 se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia en cuatro PM (PB-Of1-01, PB-Of1-06, PB-Of1-08 y PB-Of1-11) de los analizados en el relevamiento 01. La Figura 6.20 muestra los resultados obtenidos con los valores expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM del sector oficina 1 se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.

Los PM PB-Of1-08 y PB-Of1-11 corresponden a oficinas cerradas e individuales, mientras que los otros dos, PB-Of1-01 y PB-Of1-06, corresponden a oficinas grupales. Una de las fuentes de ruido relevadas en la zona de oficinas 1 es el personal conversando, que se puede en los espectros relevados correspondientes a los puntos PB-Of1-01 y PB-Of1-08 con los picos en la frecuencia de 500 Hz y de 1000 Hz. Otras fuentes de ruido mecánicas (aire acondicionado, computadoras, impresoras y el ruido causado por el propio movimiento de la gente) pueden emitir en frecuencias más altas, con picos en 2000 Hz, tal como se observa en los espectros de los puntos PB-Of1-06 y PB-Of1-11.



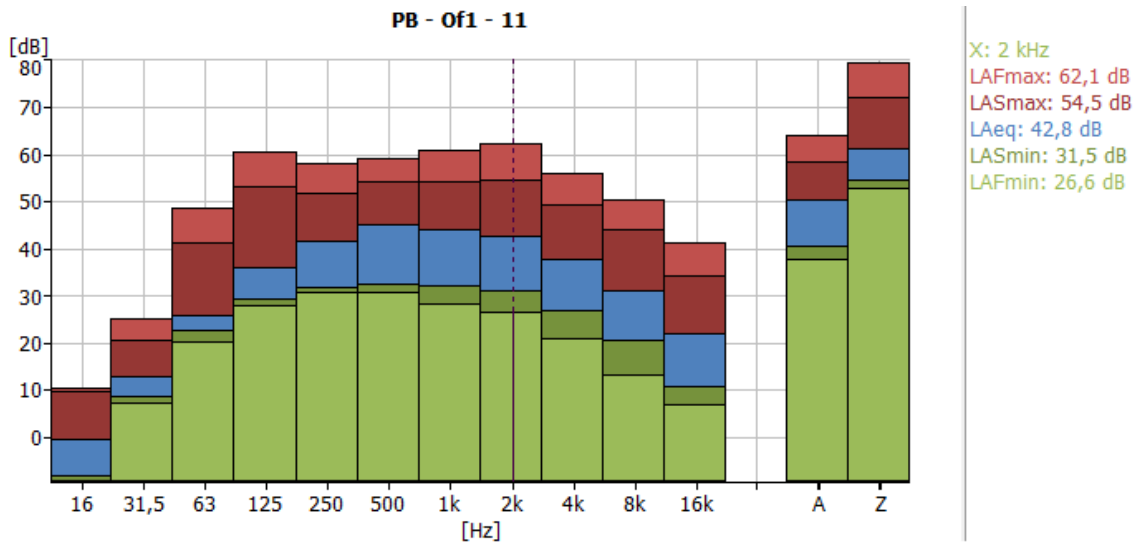


Figura 6.20 Gráficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de oficinas 1 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-Of1-01, PB-Of1-06, PB-Of1-08 y PB-Of1-11 con los valores expresados en dB(A).

### 6.1.3.2. Oficinas 5 (Of5)

La zona de oficinas 5 consiste un área de doscientos setenta metros cuadrados donde trabajan doce personas y está situada en el primer piso, arriba del área de oficinas 1. Cuenta con ocho oficinas individuales, un área de oficinas grupales y dos salas de reuniones.

Se midieron en total once PM en el relevamiento 01, en las ubicaciones que se pueden ver en las grillas. En las oficinas que no se contaba con suficiente espacio, los PM se midieron a 1,2 metros de altura por encima de los escritorios como se detalla en las observaciones del cuadro donde se presentan los resultados obtenidos, y como se puede observar en la fotografía correspondiente a la Figura 6.21. No fue posible medir una de las salas de reuniones porque se encontraba ocupada.

El valor promedio obtenido fue de 49,3 dB(A), debido mayormente al acondicionamiento térmico de las distintas oficinas.

La Tabla 6.12 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).



Tabla 6.12 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de las oficinas 5 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 01	48,7	48,1	46,6	45,9	46,3	<b>47,1</b>	AA cassette + ruido ext
2	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 02	48,0	49,8	45,1	45,0	49,1	<b>47,4</b>	AA cassette + ruido ext
3	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 03	46,0	47,8	47,3	48,9	47,0	<b>47,4</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
4	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 04	45,9	47,7	48,3	48,6	46,6	<b>47,4</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
5	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 05	46,1	46,4	46,3	45,9	45,9	<b>46,1</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
6	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 06	46,5	46,6	48,2	50,4	46,3	<b>47,6</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
7	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 07	49,2	48,2	49,7	48,8	50,2	<b>49,2</b>	AA cassette
8	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 08	50,7	51,2	51,5	50,7	49,6	<b>50,7</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
9	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 09	51,0	52,0	51,0	50,7	51,0	<b>51,1</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
10	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 10	53,1	53,3	52,2	52,7	52,4	<b>52,7</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
11	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 11	47,2	50,2	48,7	43,7	53,3	<b>48,6</b>	AA rejilla, puerta abierta, 1m arriba del esc
12	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 12							
13	PA - Oficinas 5	PA - Of5 - 13	56,6	56,4	56,0	56,7	56,7	<b>56,5</b>	AA split puerta abierta
<b>PROMEDIO</b>							<b>49,3</b>		

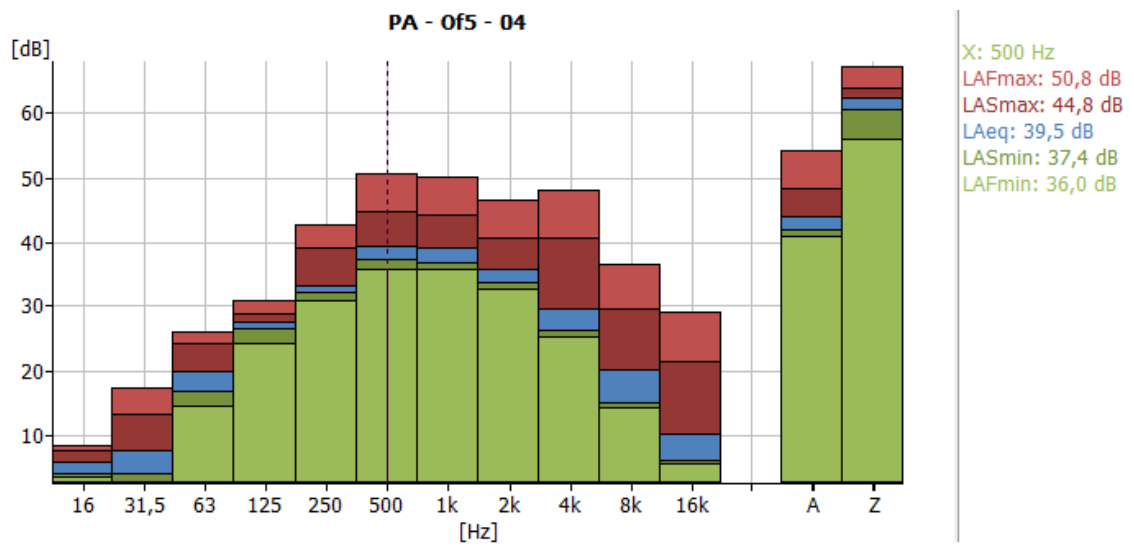
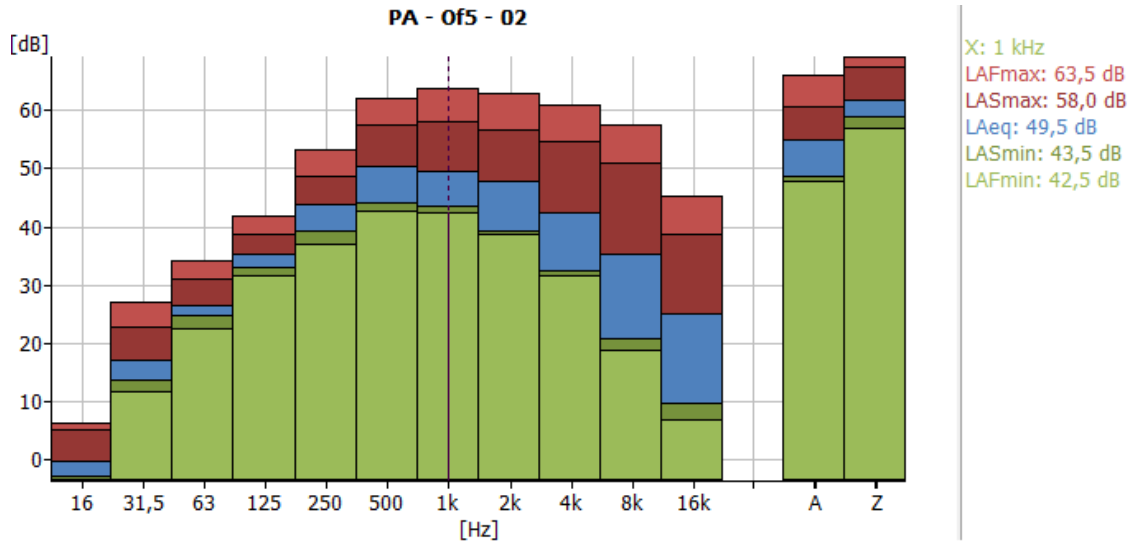


Figura 6.21 Fotografías del momento de toma de mediciones en el sector de oficinas 5 en punto PA-Of5-05

Durante el relevamiento 02 se analizó el espectro por banda de octava de frecuencia en cuatro PM (PA-Of5-02, PA-Of5-04, PA-Of5-07 y PA-Of5-12) de los analizados en el relevamiento 01. La Figura 6.22 muestra los resultados obtenidos con los valores expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM del sector oficina 5 se puede ver en la Figura A.2 del Anexo A.

El PM PA-Of5-02 corresponde a una oficina grupal y el PM PA-Of5-04 corresponde a una oficina individual, con la puerta abierta al momento de realizar la medición y sin personal trabajando. También se midió el PM PA-Of5-12 que corresponde a una sala de reuniones y el punto PA-Of5-07 que corresponde a un hall donde trabajan dos personas.

Las fuentes de ruido relevadas son la personas conversando en los puntos PA-Of5-02, PA-Of5-04 y PA-Of5-12 con picos en las frecuencias de 500 Hz y 1000 Hz, el aire acondicionado, las computadoras y las impresoras en el punto PA-Of5-07 con el pico para la frecuencia de 4000Hz.



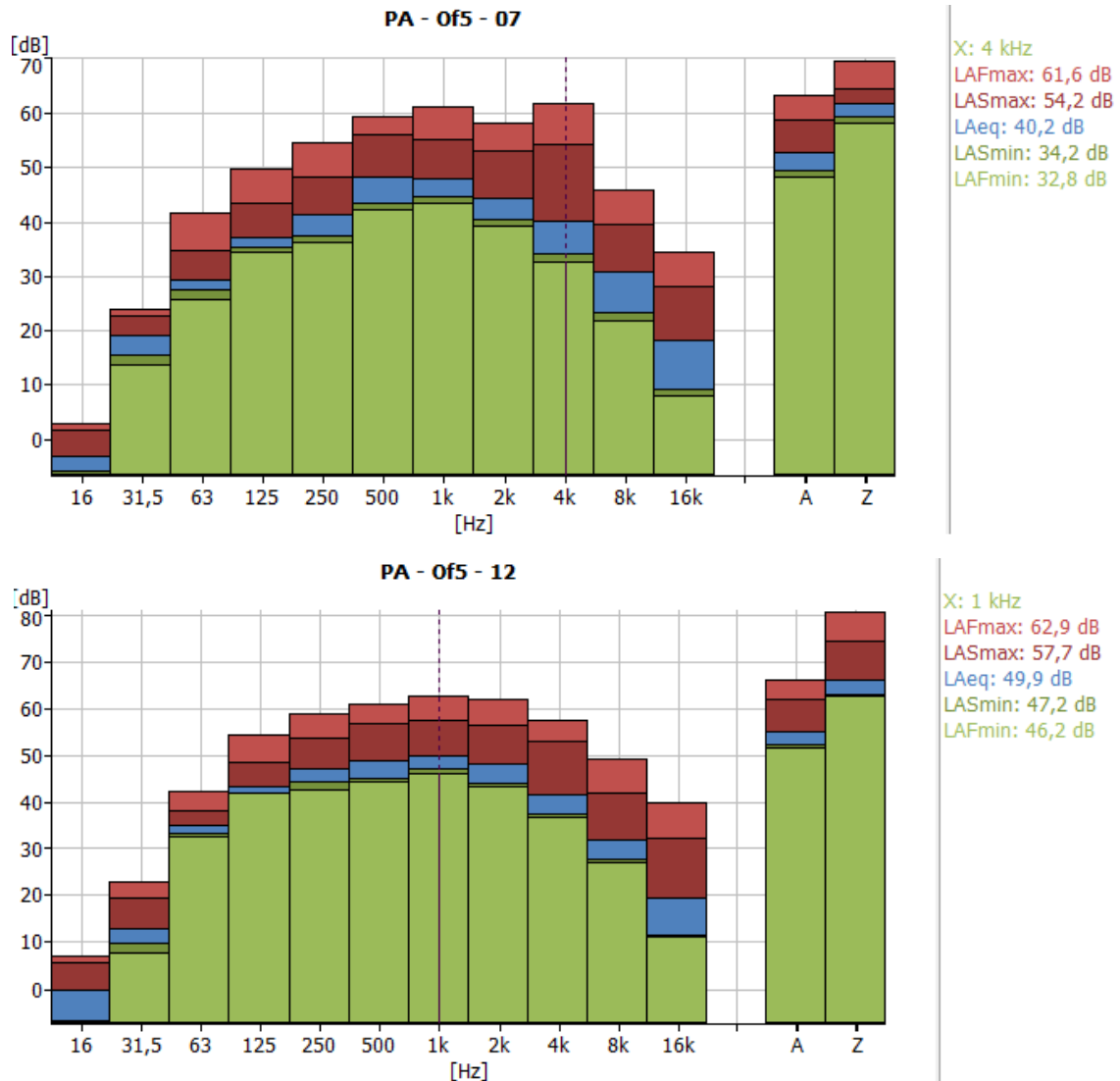


Figura 6.22 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el sector de oficinas 5 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-Of5-02, PA-Of5-04, PA-Of5-07 y PA-Of5-12 con los valores expresados en dB(A).

## 6.1.4. Exterior

### 6.1.4.1. Sala de Máquinas (SM)

El área destinada a la zona de sala de máquinas consiste en ciento sesenta metros cuadrados aproximadamente, dividida en dos sectores: un sector abierto donde están las unidades exteriores de los equipos encargados del acondicionamiento térmico y otro sector cerrado donde se encuentra el compresor de aire, el sistema de incendio, los compresores de las cámaras de frío y los tableros eléctricos.

En la sala de máquinas no hay personal trabajando de forma continua y solamente ingresa el personal de mantenimiento cuando es necesario realizar alguna tarea.

En el relevamiento 01 se midieron cuatro PM, dos en cada uno de los sectores. El PM más cercano al compresor de aire se midió dos veces para poder tener información de los niveles de ruido, uno con el compresor en funcionamiento y otro con el compresor apagado. El nivel de ruido en esta área es variable dependiendo de qué máquinas estén en funcionamiento. El valor promedio obtenido fue de 84,7 dB(A).

La Tabla 6.13 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.13 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de máquinas con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	Sala maquinas	SM - 01	80,0	82,0	82,5	79,5	82,7	<b>81,3</b>	Condensador con 1 solo ventilador - Invierno
2	Sala maquinas	SM - 02	86,9	83,0	87,1	86,6	87,2	<b>86,2</b>	Condensador con 1 solo ventilador - Invierno
3	Sala maquinas	SM - 03	77,6	77,9	77,5	76,4	79,2	<b>77,7</b>	
4	Sala maquinas	SM - 03	85,1	97,2	85,2	84,7	84,4	<b>87,3</b>	Compresor prendido.
5	Sala maquinas	SM - 04	95,3	89,1	89,5	90,0	90,2	<b>90,8</b>	Compresor prendido
<b>PROMEDIO</b>							<b>84,7</b>		

La Figura 6.23 muestra fotografías del momento en el que se realizaron las mediciones en la sala de máquinas.



Figura 6.23 Fotografías del momento de toma de mediciones en la sala de máquinas en los puntos SM-01 y SM-04

En el relevamiento 02 se midieron en diferentes condiciones de funcionamiento los PM SM – 03 y PM SM – 04 con el fin de analizar el espectro por banda de octava de frecuencia. Los resultados se muestran en la Figura 6.24 y Figura 6.25 respectivamente. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.

El PM SM – 03 se midió en dos oportunidades. El caso SM – 03a, corresponde a una medición donde el mayor nivel de ruido está dado por los tres compresores de las cámaras de frío que prenden y apagan constantemente. La diferencia que presenta el caso SM – 03b es que en este caso se abre la válvula de descarga del compresor de aire. La distancia del PM al compresor de aire es de 8 metros.

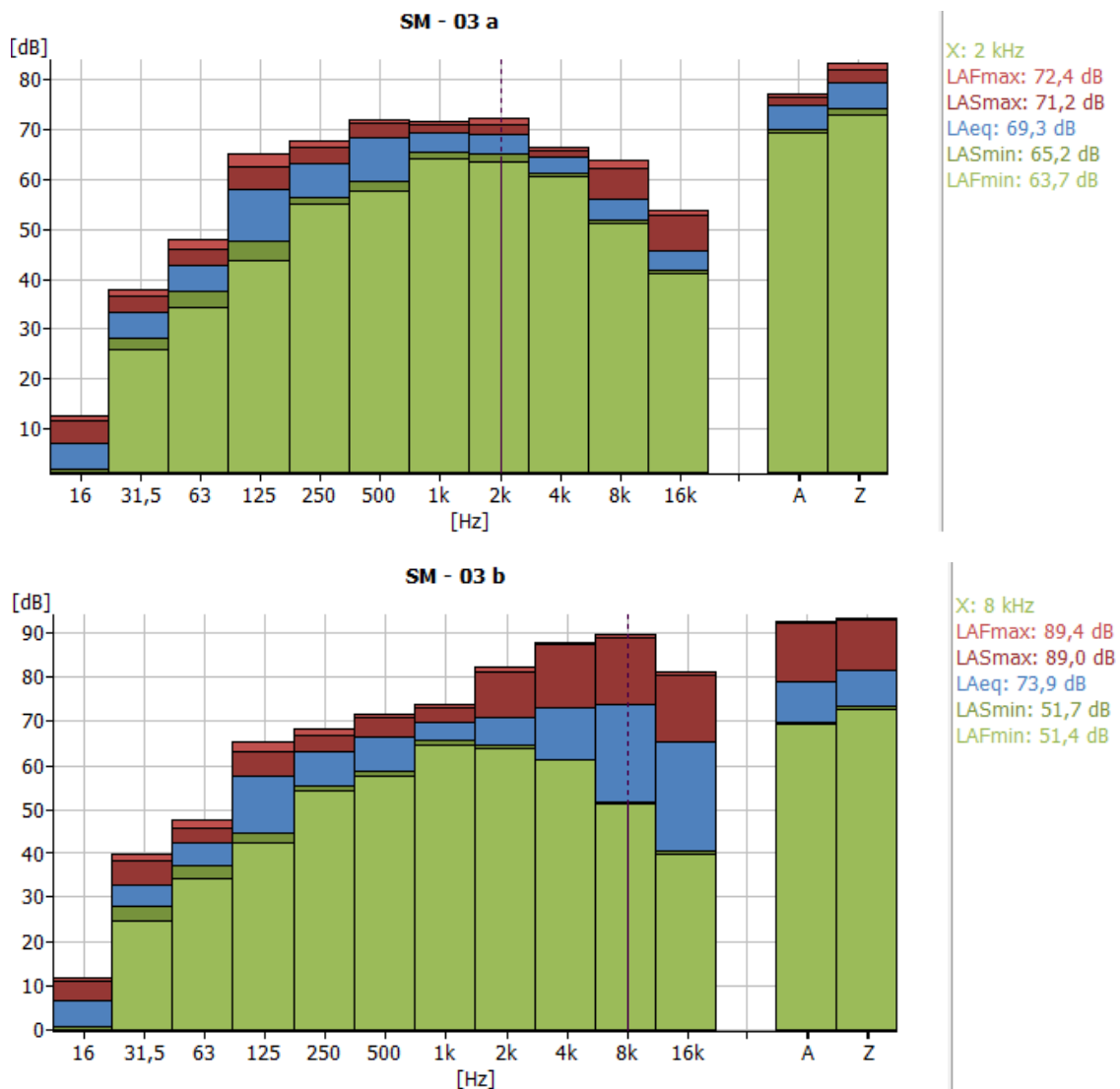


Figura 6.24 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en sala de máquinas del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en dos condiciones de funcionamiento diferentes en el punto de la grilla SM-03 con los valores expresados en dB(A).

En el caso del PM SM – 04 también se midieron dos casos. En el caso correspondiente a SM – 04a, el compresor de aire se encontraba apagado. El caso del PM SM – 04b corresponde a la medición realizada con el compresor de aire prendido de forma manual. La distancia del PM al compresor de aire es de 4 metros.

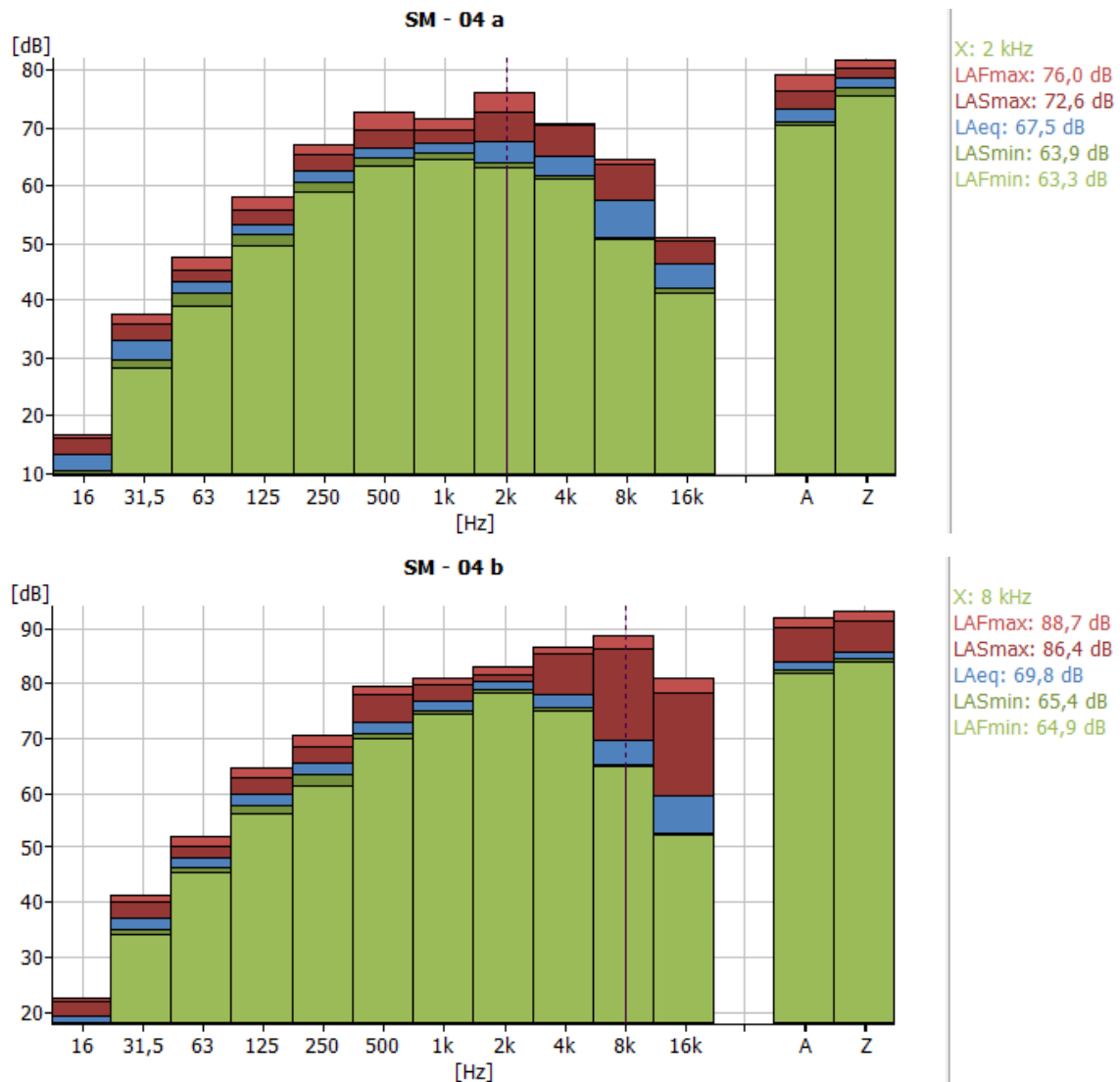


Figura 6.25 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en sala de máquinas del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en dos condiciones de funcionamiento diferentes en el punto de la grilla SM-04 con los valores expresados en dB(A).

Como se observa en la Figura 6.24 correspondiente al punto SM-03b y la Figura 6.25 correspondiente al punto SM-04b, en ambos casos los máximos se van en la frecuencia correspondiente a 8000 Hz. Esta frecuencia se corresponde con un sonido muy agudo que

llama la atención que se deba al funcionamiento del propio compresor de aire. Podría ser la válvula de descarga del equipo la que sea caracterizada por la frecuencia de 8000 Hz.

#### 6.1.4.2. Entorno (Ex)

Se realizaron mediciones de nivel de ruido alrededor del edificio para ver cómo afecta el ruido generado por el edificio al entorno y viceversa.

En total se midieron veinte PM en el relevamiento 01. Los mayores niveles de ruido relevados son causados por los ruidos de los equipos de la sala de máquinas y por el tránsito de las calles. El valor promedio obtenido fue de 53,4 dB(A) aunque existen variaciones importantes entre los diferentes PM, como se puede observar en el cuadro de resultados.

La Tabla 6.14 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla 6.14 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del entorno del edificio con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1 Exterior	Ex - 01	47,7	46,2	47,2	49,5	47,8	<b>47,7</b>	De fondo ruido del chiller
2 Exterior	Ex - 02	47,4	55,8	48,5	46,2	49,0	<b>49,4</b>	Ruido de la calle
3 Exterior	Ex - 03	48,1	49,3	48,8	49,5	49,6	<b>49,1</b>	Ruido de la calle
4 Exterior	Ex - 04	52,9	60,9	53,2	51,7	60,4	<b>55,8</b>	Ruido SM
5 Exterior	Ex - 05	57,7	56,7	57,6	57,3	57,9	<b>57,4</b>	Ruido UE AA
6 Exterior	Ex - 06	59,9	55,3	52,3	61,2	61,5	<b>58,0</b>	Ruido SM exterior
7 Exterior	Ex - 07	50,3	50,6	56,0	58,8	49,6	<b>53,1</b>	Ruido SM exterior
8 Exterior	Ex - 08	58,0	59,0	67,8	59,3	58,5	<b>60,5</b>	Ruido SM
9 Exterior	Ex - 09	69,1	61,3	60,3	68,8	60,0	<b>63,9</b>	Ruido SM
10 Exterior	Ex - 10	68,8	76,5	69,2	68,9	77,0	<b>72,1</b>	Ruido SM
11 Exterior	Ex - 11	69,1	77,9	69,0	69,3	78,9	<b>72,8</b>	Ruido SM
12 Exterior	Ex - 12	52,1	54,4	53,2	52,4	59,8	<b>54,4</b>	Ruido SM
13 Exterior	Ex - 13	60,5	53,9	54,4	61,6	54,4	<b>57,0</b>	Ruido SM
14 Exterior	Ex - 14	46,9	48,8	46,5	46,6	46,8	<b>47,1</b>	Ruido de la calle
15 Exterior	Ex - 15	47,7	46,9	55,6	52,0	45,3	<b>49,5</b>	Ruido de la calle
16 Exterior	Ex - 16	58,7	54,9	56,0	48,4	47,7	<b>53,1</b>	Ruido SM
17 Exterior	Ex - 17	39,0	38,4	38,1	38,3	37,8	<b>38,3</b>	
18 Exterior	Ex - 18	40,1	41,1	41,5	38,8	38,7	<b>40,0</b>	
19 Exterior	Ex - 19	42,0	42,2	42,4	42,2	43,1	<b>42,4</b>	Ruido de la calle
20 Exterior	Ex - 20	48,7	43,9	47,4	48,6	46,3	<b>47,0</b>	Ruido de la calle
<b>PROMEDIO</b>							<b>53,4</b>	

En el relevamiento 02 se repitieron mediciones en algunos de los PM (EX-09a, EX-09b, EX-11b, EX-02, EX-15, EX-18) que fueron analizados en el relevamiento 01.

Se midieron los PM en el entorno de la sala de máquinas. Para éstos, se relevó el espectro por banda de octava de frecuencia y se realizó la grabación del nivel de presión sonora en el tiempo durante tres minutos. La ubicación de cada uno de los PM en el exterior de la planta se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.

Para el PM EX – 09 se realizaron dos mediciones. Para el primer caso -del cual se muestran los resultados en los gráficos de la Figura 6.26, con valores expresados en dB(A)-, se comenzó la grabación con la unidad exterior del aire acondicionado apagada y en orden cronológico se sucedieron los siguientes acontecimientos: se escucha pasar un avión, una descarga de agua y el paso de un camión.

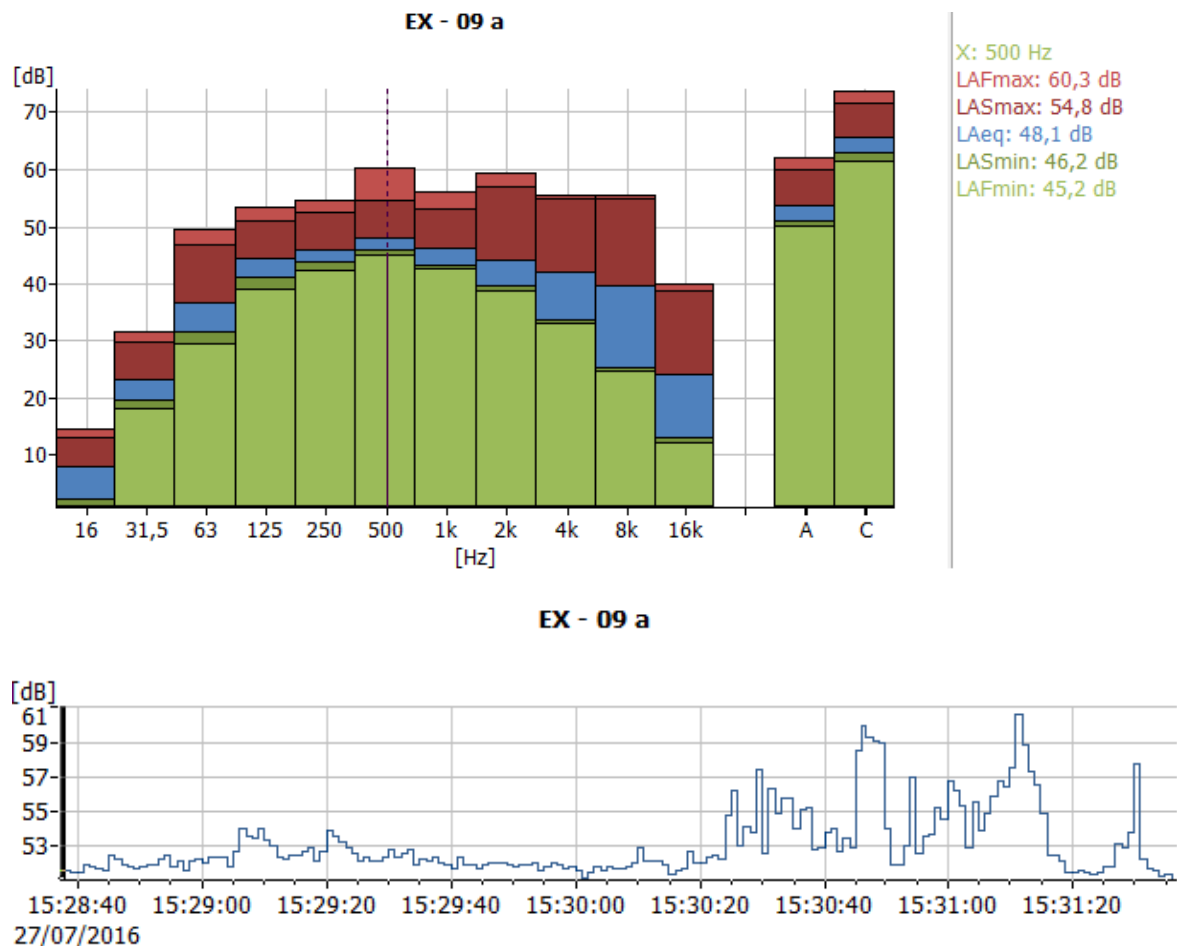


Figura 6.26 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el primer caso relevado del punto de la grilla del EX-09.

En el segundo caso, en la Figura 6.27 se muestran los resultados y se puede observar claramente cómo la bomba de calor encargada del acondicionamiento térmico prende y apaga en repetidas oportunidades.



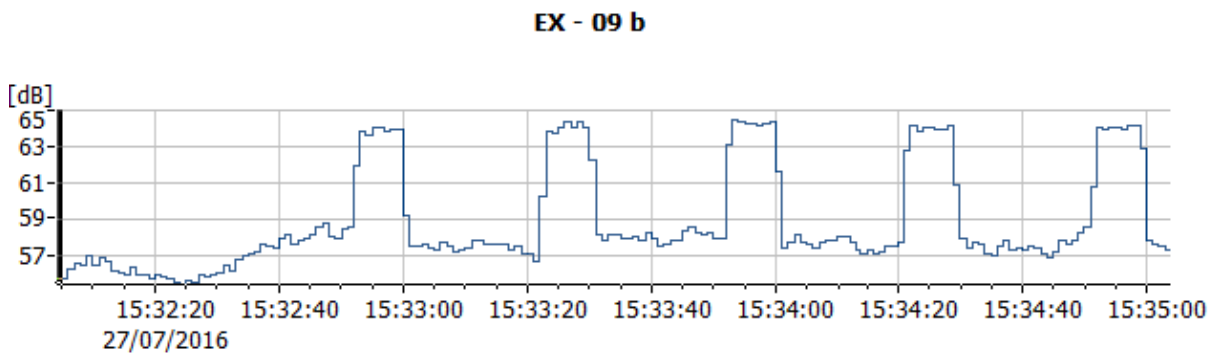
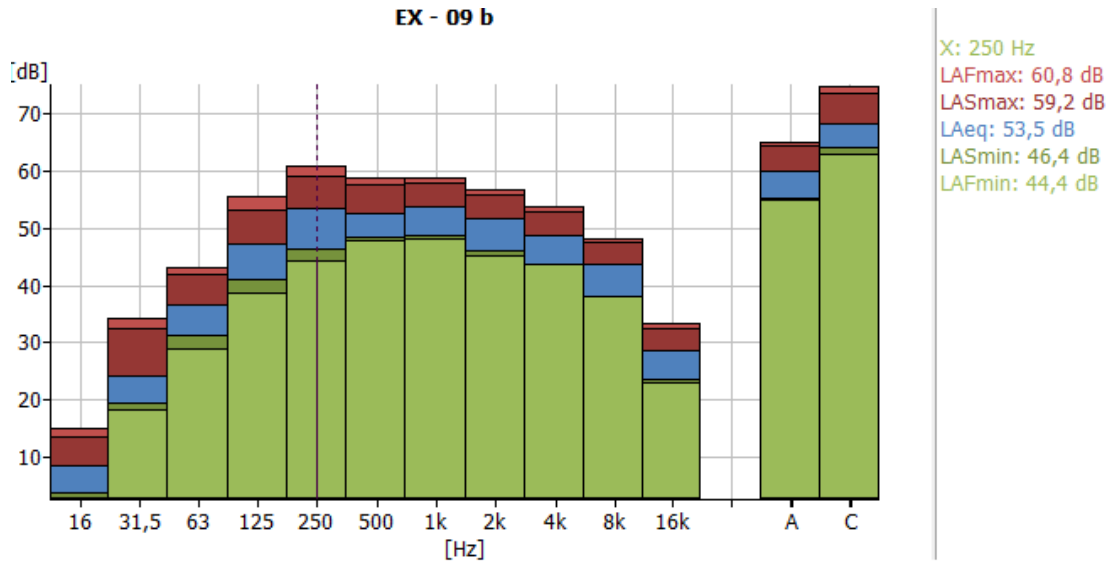


Figura 6.27 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), para el segundo caso relevado del punto de la grilla del EX-09.

También se releva el PM EX – 11 con la bomba de calor encargada del acondicionamiento térmico en funcionamiento como se muestra en la Figura 6.28.

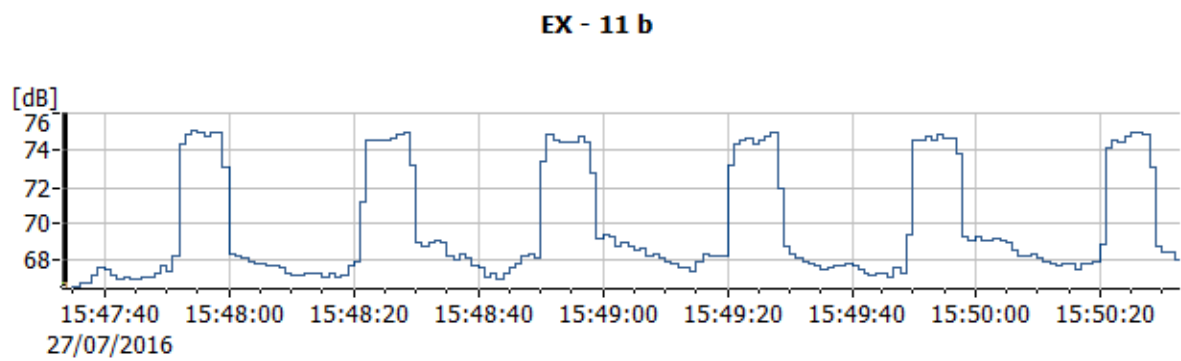
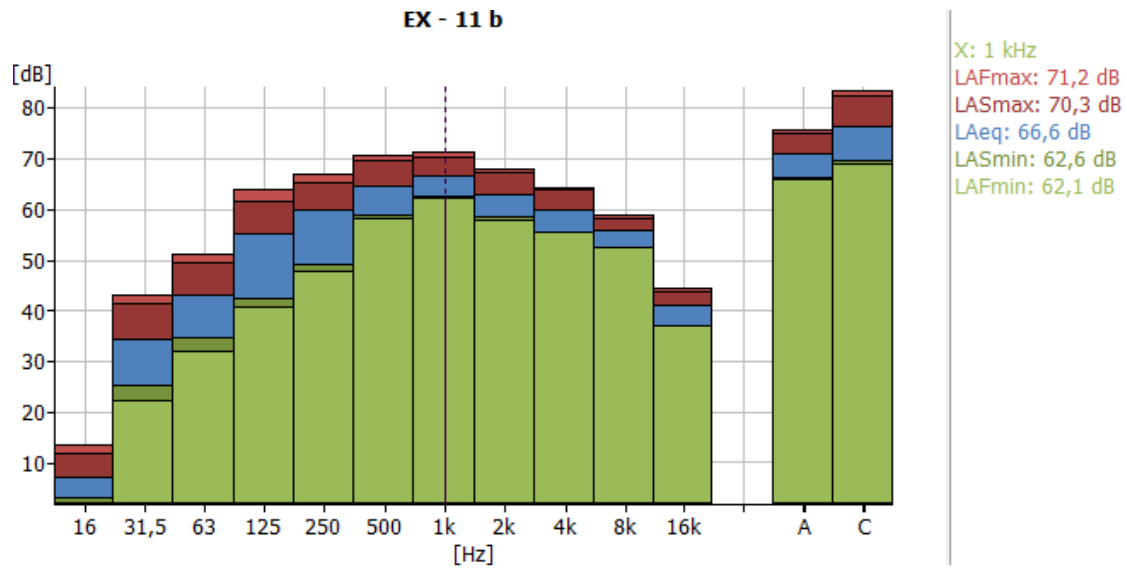
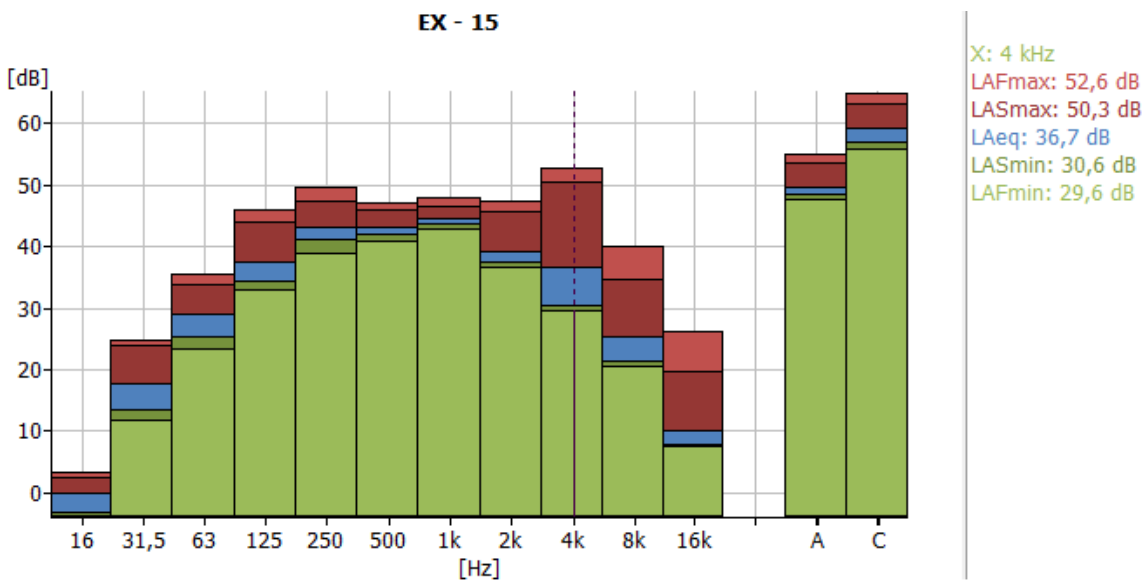
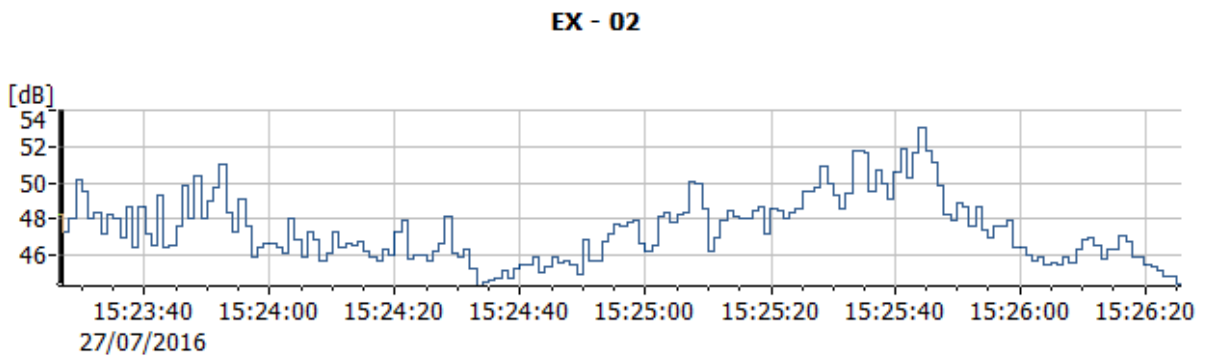
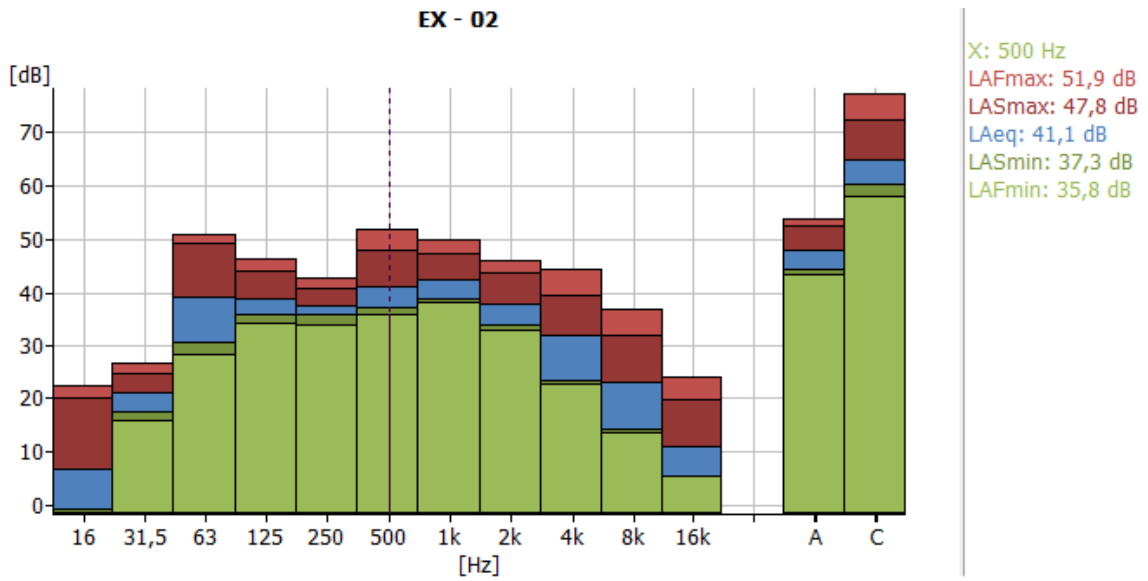
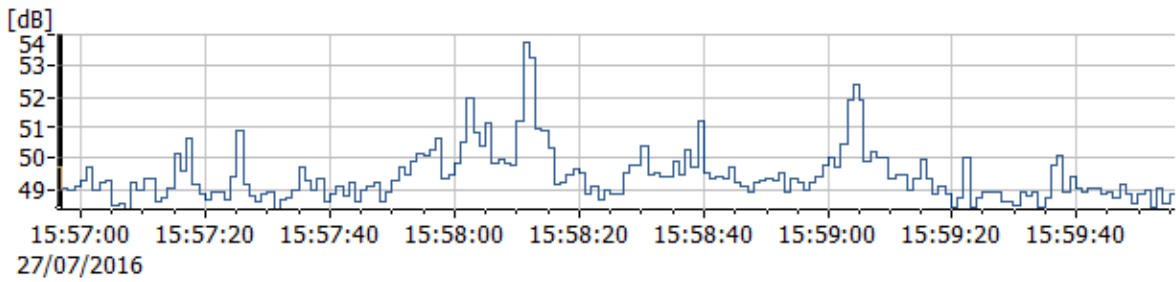


Figura 6.28 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), del punto de la grilla del EX-11.

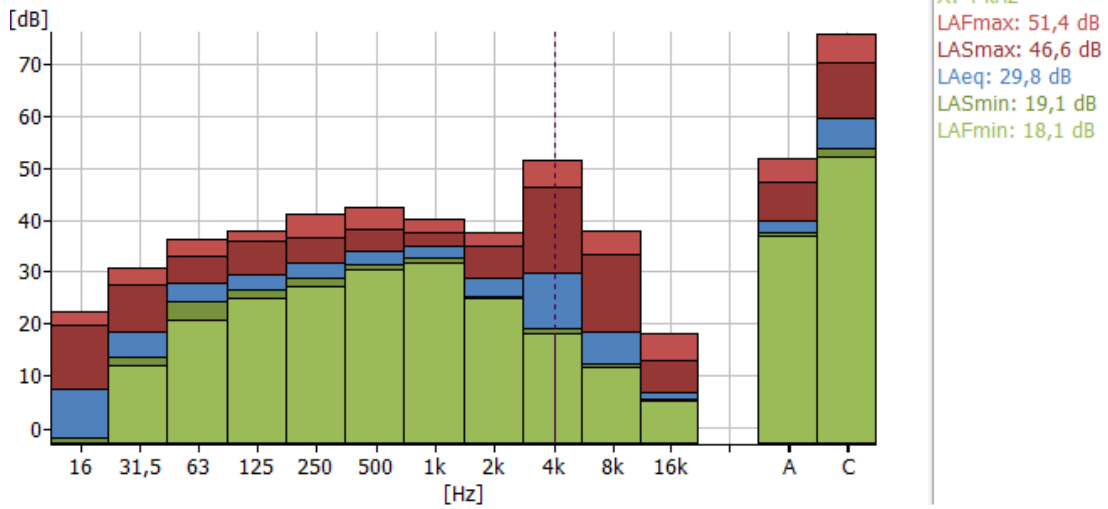
Por otro lado, se midieron otros PM en el entorno del edificio que no se ven afectados por el ruido que proviene de los equipos de sala de máquinas. Los PM que se midieron son EX – 02, EX – 15 y EX – 18. La Figura 6.29 muestra los resultados obtenidos.



**EX - 15**



**EX - 18**



**EX - 18**

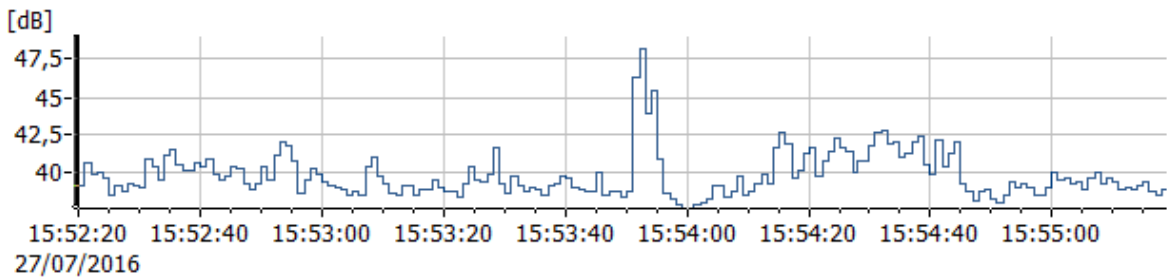


Figura 6.29 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el entorno de la planta del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO con los valores expresados en dB(A) y del análisis temporal del nivel de presión sonora con los valores expresados en dB(A), de los puntos de la grilla del EX-02, EX-15 y EX-18.

## 6.2.Cálculo de dosis de ruido

En este apartado se pretende estimar la dosis a la que los funcionarios del laboratorio están expuestos durante una jornada laboral. Dosis de ruido engloba dos conceptos: el nivel de ruido y el tiempo de exposición al ruido; mide el nivel de presión sonora recibido por un trabajador y en general se expresa como un porcentaje de la dosis máxima.

La metodología para la realización de este estudio, consiste en colocar el micrófono del dosímetro dentro de la zona auditiva del trabajador de forma que no interfiera en el campo acústico ni en el trabajo de la persona. En caso de ser posible, este equipo se deja instalado durante toda la jornada laboral para realizar el relevamiento de una jornada completa. La Figura 6.30 muestra una imagen de un dosímetro.



Figura 6.30 Ejemplo de dosímetro, equipo utilizado para medir dosis de ruido  
(Fuente: Universidad de Córdoba)

Como no fue posible la realización de este estudio, por no contar con un equipo como éste, para el cálculo de la dosis diaria se realizan tres estudios de casos, de tres jornadas laborales diferentes correspondientes a personas con distintos roles en la planta.

En base a la información brindada por personal del laboratorio, se definieron estos tres casos: funcionario que desempeña su tarea en el área operativa, funcionario del área de mantenimiento y funcionario que trabaja en las oficinas. Las Tabla 6.15, Tabla 6.16 y Tabla 6.17 muestran el detalle de los periodos de tiempo por sector, para cada uno de los casos.

Tabla 6.15 Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en el de operaciones

<b>Caso 1: Funcionario del área de operaciones</b>	
<b>Sector</b>	<b>Tiempo (hs)</b>
Jornada completa	9
Empaque	6
Comedor	1
Vestuario	1
Oficinas	1

Tabla 6.16 Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en el de mantenimiento

<b>Caso 2: Funcionario del área de mantenimiento</b>	
<b>Sector</b>	<b>Tiempo (hs)</b>
Jornada completa	9
Oficinas	3
Comedor	1
Vestuario	1
Area mantenimiento	0,5
Sala Maquinas	2
Empaque	1,5

Tabla 6.17 Estimación de la distribución de tiempos en cada sector para un funcionario que desempeña su tarea en las oficinas

<b>Caso 3: Funcionario de Sector oficinas</b>	
<b>Sector</b>	<b>Tiempo (hs)</b>
Jornada completa	9
Oficinas	8
Comedor	1

Si bien la normativa uruguaya no define dosis de ruido, ni establece los valores máximos aceptados, la definición de dosis es igual para las normativas argentina y brasilera. La dosis se calcula según la Ec. 6.1.

$$Dosis = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (6.1)$$

Donde  $C_i$  es el tiempo total que el trabajador está expuesto al nivel sonoro  $i$ ; y  $T_i$  es el tiempo máximo de exposición diaria permitido para el nivel sonoro  $i$ .

$T_i$ , tiempo máximo de exposición diario aceptado para cada nivel sonoro, se define en cada una de las normativas y varía de una a otra.

Por otra parte, los valores relevados de nivel sonoro para cada uno de los sectores se resumen en la Tabla 6.18.

Tabla 6.18 Niveles sonoros por sectores

Sector	Ubicación	Nivel sonoro dB(A)
Empaque	PB - EMP - 09 a	73,3
Comedor	PA - COM - 01	59,4
Vestuario	PA - VM - 02	46,1
Oficinas	PA - Of5 - 12	55,4
Área mantenimiento	PB - MANT - 03	77,0
Sala Máquinas	SM - 04 b	84,0

Como se detalló cuando fue presentada la normativa correspondiente, para el cálculo de dosis no se tienen en cuenta los periodos de tiempo en el que los trabajadores están expuestos a niveles sonoros menores a 80 dB(A). Por esta razón, dado que todos los sectores involucrados presentan valores menores a 80 dB(A), no es posible calcular la dosis para el caso 1 y el caso 3 de los planteados.

Si utilizaremos los valores admitidos por Argentina que a su vez son iguales a los admitidos por la norma brasilera, NHO 01 se puede calcular la dosis como sigue. Los valores admitidos en este caso se pueden observar en la Tabla 4.4.

Para el caso 2 de calcula la dosis según la Ec. 6.1, con el único valor superior a 80 dB(A) correspondiente a la sala de máquinas. En este caso  $C_1 = 2$ , que es el tiempo de la jornada laboral que el funcionario de mantenimiento esta en sala de máquinas expuesto a 84 dB(A) como se observa en la Tabla 6.16.

A partir de la Ec. 6.2 es posible hallar el valor de  $T_1$ , tiempo permitido de exposición según la normativa de Argentina y la NHO 01 con el fin de encontrar el valor de la dosis en este caso.

$$T_t = \frac{8}{2^{(Le-Lcrit)/q}} \quad (6.2)$$

Donde  $T_t$  es el tiempo de exposición tolerado en horas,  $Le$  es el nivel de ruido de exposición en dB(A),  $Lcrit$  es el nivel crítico en dB(A) y  $q$  es la tasa de duplicación.

En este caso,  $L_e$  corresponde al nivel medido en sala de máquinas, igual a 84 dB(A),  $L_{crit}$  según la norma en cuestión es 85 dB(A) y  $q$  es igual a 3. Se calcula entonces  $T_1$  en la Ec. 6.3.

$$T_t = \frac{8}{2^{(84-85)/3}} = 10,08 \text{ hs} \quad (6.3)$$

Con esta información, se calcula la dosis para el caso 2 según la NHO 01 y la normativa Argentina en la Ec. 6.4

$$Dosis = \frac{C_1}{T_1} = \frac{2}{10,08} = 0,20 \quad (6.4)$$

Si en cambio se quiere calcular la dosis según la norma brasilera NR 15, al utilizar la Ec. 6.2 para encontrar el valor de  $T_1$ , lo único que cambia, respecto al cálculo anterior, es la tasa de duplicación que es igual a 5. En este caso la Ec. 6.5 muestra el valor que se obtiene.

$$T_t = \frac{8}{2^{(84-85)/5}} = 9,19 \text{ hs} \quad (6.5)$$

Con esta información, se calcula la dosis para el caso 2 según la NR 15 en la Ec. 6.6.

$$Dosis = \frac{C_1}{T_1} = \frac{2}{9,19} = 0,22 \quad (6.6)$$

Para ambos casos, el valor de la dosis diaria es menor que la unidad, o sea que es menor a la dosis máxima admitida, por lo que las tareas desempeñadas por los funcionarios se realizan dentro de valores sonoros permitidos por estas normas.

Esto demuestra que los niveles sonoros encontrados durante el relevamiento en la planta industrial están por debajo de los niveles sonoros admitidos si se analiza desde el punto de vista de dosis de ruido tanto para la normativa brasilera como la argentina.



### 6.3.Mapa de ruido

Uno de los objetivos del presente trabajo es la obtención de un mapa de ruido de la planta industrial, mediante la representación gráfica de los niveles sonoros existentes en cada zona de la planta para este periodo.

El mapa de ruido es una herramienta que facilita la detección de los sectores más problemáticos o que en algún momento podrían llegar a tener problemas excediendo los límites de ruido y sectores en los cuales la situación actual se encuentra lejos de presentar problemas en materia de ruidos.

Si bien el mapa de ruido muestra una situación única para el día del relevamiento realizado, puede servir como guía para saber dónde es necesario realizar más controles y seguimientos mientras que las condiciones de funcionamiento de la planta no se vean modificadas.

La Figura 6.32 muestra el mapa de ruido correspondiente a planta baja y la Figura 6.33 muestra el mapa de ruido correspondiente al primer piso. La escala de colores es la que se muestra en la Figura 6.31.

- ⊗ Nivel ruido < 65 dBA
- ⊗ Nivel ruido > 65 dBA
- ⊗ Nivel ruido > 70 dBA
- ⊗ Nivel ruido > 75 dBA
- ⊗ Nivel ruido > 80 dBA

Figura 6.31 Escala de colores – Mapa de ruido



Figura 6.32 Mapa de ruido PB



Figura 6.33 Mapa de ruido PA

## 6.4. Posibles soluciones

En esta sección se estudia los apartamientos que ocurren en el laboratorio, en las condiciones relevadas, de las normativas presentadas en Capítulo 4.- Normativa aplicable.

Los PM en los que los valores relevados no cumplen con la normativa de alguno de los países estudiados, presentan valores muy próximos a los límites y/o su estudio brinda información importante para el desarrollo del trabajo y se analizan en profundidad en las secciones que siguen.

Como se detalló con anterioridad, legalmente sólo se debe cumplir con la normativa de Uruguay y por tratarse de una multinacional con las normas corporativas. Sin perjuicio de esto y siendo más exigente, se realizará la comparación con todas las normas estudiadas.

Para cada uno de los casos donde no se esté cumpliendo con la normativa, se estudiarán posibles soluciones arquitectónicas, administrativas o de funcionamiento de la planta, para poder no sólo cumplir con la normativa, sino también obtener condiciones laborales seguras para los funcionarios de la planta industrial y/o personas externas.

Se pretende estudiar posibles cambios en el funcionamiento de la planta, siempre y cuando sean necesarios, como por ejemplo que no se permita el encendido de dos máquinas ruidosas simultáneamente, o que un equipo deje de funcionar si se encuentra personal en su cercanía.

Cuando consideremos las modificaciones arquitectónicas, se estudiarán las posibilidades de construir separaciones o salas independientes para ciertas máquinas para poder aislar los ruidos. Otra posible solución, en caso de que exista la necesidad, puede ser la instalación de paneles aislantes acústicos con buena capacidad de absorber el sonido.

Si bien durante el relevamiento realizado se encontró únicamente un PM donde los niveles sonoros exigen la aplicación de soluciones, se seleccionaron varias zonas para analizar y proponer posibles acciones correctivas, dado que los niveles sonoros se encuentran cerca de los límites exigidos. En base a esto se decide estudiar los siguientes sectores de la planta industrial:

- Empaque
- Sala de Máquinas.

- Mantenimiento

La Organización Internacional del Trabajo establece que el ruido en el lugar de trabajo se puede controlar y combatir de tres formas: en su fuente, utilizando barreras y/o en el trabajador mismo. Esto es, en la fuente emisora, en la trayectoria de transmisión y/o en el receptor respectivamente.

Combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido. Un ejemplo de cómo combatir el ruido en su fuente es tener en cuenta a la hora de la compra de la maquinaria los niveles sonoros de las diferentes opciones. También la realización de un adecuado mantenimiento, ajustes mecánicos y lubricación disminuye la probabilidad de que los niveles de ruido de las máquinas aumenten con el paso del tiempo. Otra forma es mediante la colocación de silenciadores y amortiguadores en los casos que sean útiles.

En los casos que no es posible actuar sobre la fuente de ruido, se puede proceder a aislar las máquinas o construir barreras para el sonido y aumentar las distancias entre las máquinas y el personal. De esta forma se actúa sobre la trayectoria de transmisión y el riesgo en los trabajadores puede disminuir notoriamente. A la hora de construir barreras es importante que las mismas sean de materiales que absorban el sonido, tengan la mínima cantidad de agujeros posibles y que los mismos sean rellenados.

Por último, existe la opción de combatir el ruido en el propio trabajador. De esta forma, se obliga a los trabajadores a usar tapones para los oídos u orejeras de copa. Este método de control de riesgo es el más habitual pero el menos efectivo y depende bastante de si los trabajadores se adaptan al uso de los elementos de protección personal y si utilizan adecuadamente los protectores auditivos.

En los siguientes apartados se realiza un estudio en profundidad de los sectores de la planta donde se proponen alternativas para disminuir los niveles sonoros. No implica que se trate de la mejor ni la única solución posible. Se muestra un abanico de alternativas.

## 6.4.1. Sector de Empaque

### 6.4.1.1. Paneles absorbentes

Como se detalló con anterioridad la zona de empaque se desarrolla en cuatro corredores donde se realizan las diferentes tareas que se desempeñan en el sector como se puede ver en la Figura 6.11. El primer corredor, donde se ubican los PM: PB – EMP – 01, PB – EMP – 05, PB – EMP – 09 y PB – EMP – 13 (las ubicaciones se pueden ver en la Figura A.1), es notoriamente el más afectado, dado que en ese corredor se ubican las dos máquinas más ruidosas del sector.

Los niveles sonoros relevados alcanzan valores de 69,3 dB(A) para el nivel sonoro equivalente con ponderación “A” y el máximo valor de nivel sonoro en respuesta rápido con ponderación “A” es de 82,2 dB(A).

Se estudia la opción de instalar en el techo de este sector paneles acústicos capaces de absorber parte del ruido ocasionado por las máquinas y el personal que trabaja en este lugar; de esta forma se actúa sobre la trayectoria de transmisión.

La Figura 6.34 es una imagen ilustrativa de dos instalaciones de paneles y opciones de cómo podrían ser instalados. Cuál es la mejor forma de instalación no depende únicamente de las condiciones acústicas, influyen otros aspectos como estéticos, forma del techo para la sujeción, tareas de limpieza, entre otros.



Figura 6.34 Ejemplos de paneles absorbentes que pueden llegar a instalarse en una planta industrial de un proveedor particular, se muestran dos posibles formas de instalación.  
(Fuente: Isoltop)

La colocación de paneles de forma vertical presenta mayor absorción sonora que el montaje en forma paralela al techo. A su vez, instalarlos de manera horizontal con una

cavidad de aire entre el techo y el panel, resulta mejor que pegados al techo según lo que describe Bistafa, 2006.

Según datos de un proveedor consultado de paneles acústicos se podrían instalar placas acústicas como los de la Figura 6.35. Estos paneles vienen en dos dimensiones distintas: 625 mm x 625 mm y 1250 mm x 625 mm y en varios colores.

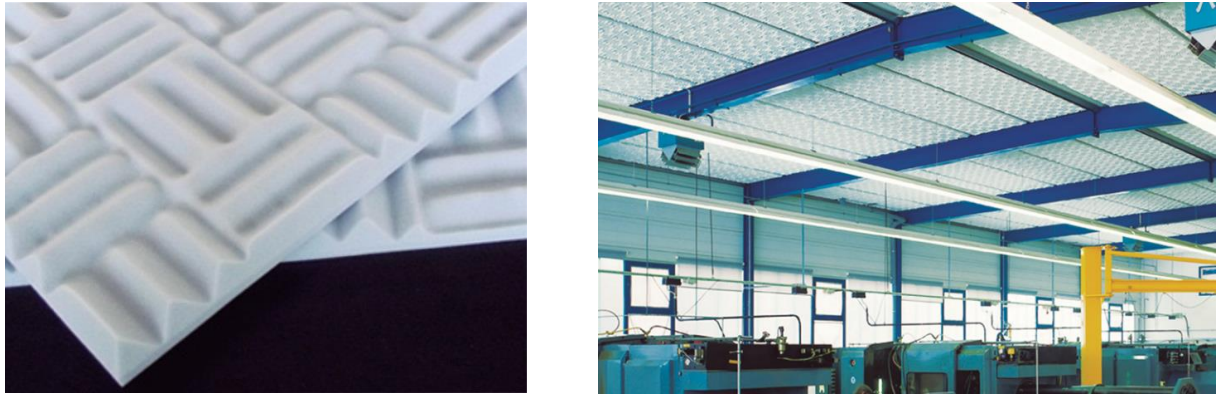


Figura 6.35 Ejemplo de paneles absorbentes perfilados sugeridos por un proveedor de plaza para instalarse en el caso de estudio presentado correspondiente a la zona de empaque (Fuente: OWA)

Las características de absorción de este tipo de paneles se pueden ver en la Figura 6.36. En este grafico se describe el coeficiente de absorción para cada banda de frecuencia de paneles perfilados con distintos espesores. Los modelos con sus espesores se muestran en la Figura 6.37, como se observa dependiendo de las dimensiones de espesor y cuñas del panel seleccionados es el coeficiente de absorción obtenido.

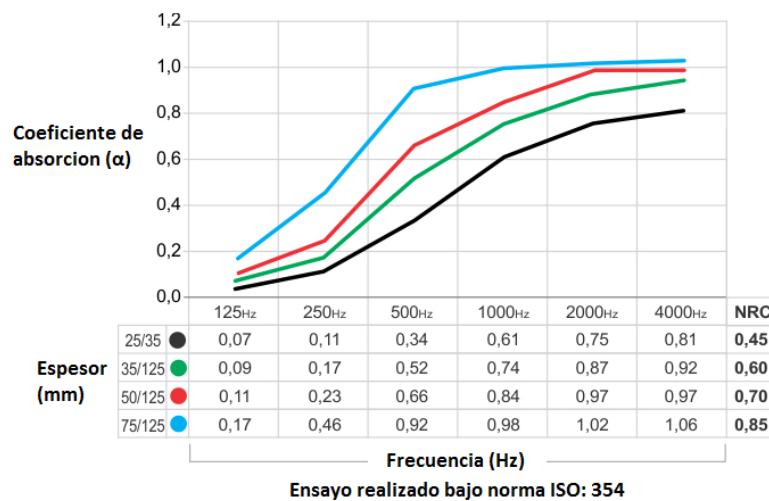


Figura 6.36 Coeficientes de absorción sonora para distintas frecuencias y diferentes espesores de paneles acústicos (Fuente: OWA)

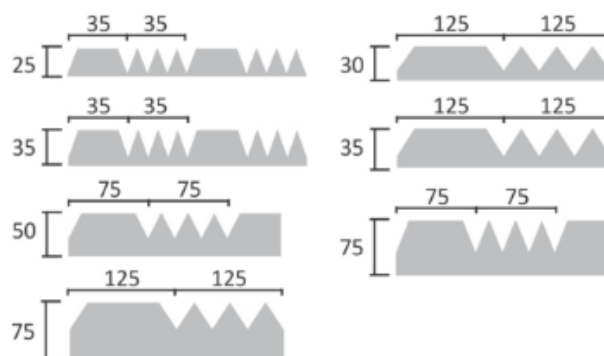


Figura 6.37 Dimensiones paneles acústicos que el proveedor puede comercializar  
(Fuente: OWA)

Del estudio del espectro por banda de frecuencia en la zona de empaque, para los PM críticos, PB – EMP – 05, PB – EMP – 09 (ver Figura A.1) la banda de frecuencias más comprometidas son entre 500 Hz y 2000 Hz, como se observa en la Figura 6.13, Figura 6.14 y la Figura 6.15. Por esta razón es necesario seleccionar paneles que tengan un alto coeficiente de absorción para estas frecuencias.

En este caso se propone la selección de paneles acústicos 35/125, los mismos tienen un espesor de 35 mm y las cuñas son de 125 mm, presentan un NRC igual a 0,60 y  $\alpha$  (1000Hz) de 0,74.

La superficie del techo de empaque es de 359 m<sup>2</sup> y según una cotización del proveedor el costo de los paneles es de 25 USD/m<sup>2</sup> más IVA, por lo que la inversión necesaria ascendería a 8.975 USD/m<sup>2</sup> más IVA.

Estos paneles son semirrígidos y la densidad de los mismos es de 11 kg/m<sup>3</sup>, es por esta razón que para su instalación no es necesaria la instalación de ninguna estructura auxiliar y se fijan directamente al techo con adhesivos que el propio fabricante provee.

Para poder calcular la performance acústica de los paneles, se calcula de forma teórica el tiempo de reverberación antes de la instalación y posterior a la instalación de los mismos a partir de las Ec. 6.7 y Ec. 6.8 correspondientes a la fórmula de Millington, que es aplicables a salas con coeficientes de absorción muy diferentes (situación que se da una vez de colocados los paneles acústicos).



$$T = \frac{0,161 V}{-\sum S_i \log(1 - \alpha_i)} \quad (6.7)$$

Donde  $T$  es el tiempo de reverberación en segundos,  $V$  es el volumen de la sala en  $m^3$ ,  $S_i$  es el área de la superficie  $i$  en  $m^2$  y  $\alpha_i$  es el coeficiente de absorción de la superficie  $i$ .

La Tabla 6.19 muestra los materiales, las superficies y los coeficientes de absorción para paredes, piso y techo del sector de empaque antes de la instalación de los paneles. Por su parte, la Tabla 6.20 muestra la misma información pero luego de instalados dichos paneles. Los coeficientes de absorción se toman en 2000 Hz por ser la frecuencia a la que las mediciones presentan los máximos.

Tabla 6.19 Materiales, superficie y coeficientes de absorción de paredes pisos y techo del sector de empaque antes de la instalación de paneles acústicos

		Coef. Abs (2000 Hz)	Sup. ( $m^2$ )
Paredes	Hormigón	0,01	456
Piso	Yeso	0,02	359
Techo	Yeso	0,02	359

Tabla 6.20 Materiales, superficie y coeficientes de absorción de paredes pisos y techo del sector de empaque después de la instalación de paneles acústicos

		Coef. Abs (2000 Hz)	Sup. ( $m^2$ )
Paredes	Hormigón	0,01	456
Piso	Yeso	0,02	359
Techo	Aislante acústico	0,87	359

A partir de la Tabla 6.19 y Tabla 6.20 y la Ec. 6.7 se calcula el valor del tiempo de reverberación para las dos situaciones, antes y después de la instalación de los paneles. El volumen del sector de empaque es de  $2160 m^3$ . Los resultados obtenidos se muestran en las Ec. 6.8 y Ec. 6.9.

$$T_{antes} = \frac{0,161 \times 2160}{-456 \log(1 - 0,01) - 359 \log(1 - 0,02) - 359 \log(1 - 0,02)} \quad (6.8)$$

$$= 41,95$$

$$T_{despues} = \frac{0,161 \times 2160}{-456 \log(1 - 0,01) - 359 \log(1 - 0,02) - 359 \log(1 - 0,87)} \quad (6.9)$$

$$= 1,07$$

Una vez encontrados los tiempos de reverberación en ambas situaciones se puede calcular la reducción de ruido obtenido a partir de la Ec. 6.10.

$$\Delta NPS = 10 \times \log \left( \frac{T_{antes}}{T_{despues}} \right) \quad (6.10)$$

Donde  $\Delta NPS$  el nivel de reducción de ruido,  $T_{antes}$  es el tiempo de reverberación antes de colocar los paneles y  $T_{despues}$  es el tiempo de reverberación después de su instalación.

Se calcula entonces el valor obtenido de reducción de ruido en la Ec. 6.11 a partir de la Ec. 6.10 y los resultados de los cálculos de los tiempos de reverberación.

$$\Delta NPS = 10 \times \log \left( \frac{41,95}{1,07} \right) = 15,95 \quad (6.11)$$

El nivel de ruido en la zona de empaque se reduciría en 15,93 dB(A) en caso de instalar los paneles absorbentes, con esta solución se asegura estar siempre por debajo de las condiciones admitidas mientras que las condiciones de funcionamiento no se modifiquen.

#### **6.4.1.2. Funcionamiento de la planta**

Otra solución posible a implementar en el sector de empaque es evitar el funcionamiento simultáneo de las dos máquinas ubicadas en el primer corredor. Es necesario que a la hora de planificar la producción se contemple esta situación.

El mecanismo de cómo llevar adelante esta alternativa depende exclusivamente de la operativa de la empresa y de las necesidades de producción diarias, semanales o mensuales. Es más una decisión estratégica, que de inversión.

Si la demanda de producto lo permite, por ejemplo, se propone como una opción realizar el plan de producción de manera que las máquinas se alternen los días en los que funcionan o que en la mañana funcione una y en la tarde, la otra.

No es necesario ningún tipo de inversión en equipos; lo que puede ser necesario es el pago de horas extras a algunos de los funcionarios que desempeñan su trabajo en este sector, siempre dependiendo de las necesidades de producción.

#### 6.4.2. Sector de mantenimiento

En el sector de mantenimiento la fuente sonora es el ventilador de un extractor encargado de la evacuación de los gases de las baterías que se ubican en ese lugar. Está instalado en la pared a cuatro metros de altura aproximadamente.

La Figura 6.38 muestra fotografías de la ubicación del extractor y del momento en el que se realizaron las mediciones.



Figura 6.38 Fotografías del extractor de aire en el sector de mantenimiento en el momento de la toma de mediciones en el punto EX-MANT

Se trata de un extractor marca Schelleberg, modelo TAD-50/4. Está diseñado para trabajar con un caudal de 6.450 metros cúbicos por hora y una altura de 0,0051 metros; el caudal máximo de funcionamiento es de 8200 metros cúbicos por hora. Trabaja a 1420 revoluciones por minuto. El diámetro del equipo es de 500 milímetros.

Cuenta con una persiana móvil como protección contra la entrada de insectos, hojas, etc. El motor del extractor tiene una potencia de 0,37 kW. En base a la información del manual del equipo, el nivel de ruido medido a tres metros de la boca de descarga en campo libre es de 69 dB(A).

La Figura 6.39 se muestra parte de la información más relevante del manual del equipo.

#### Selección del ventilador

Cant.	Modelo	Q (cfm)	H (in wg)
1	TAD-50/4	3800	0,20

#### Performance del ventilador

Q (cfm)	H (in wg)	FRPM	T (F)	BHP	dBA	vp (ft min)	Kg
3805	0,20	1420	68,00	0,38	69	0,20	22

Nivel de ruido a 3 m de la boca de descarga en campo libre

#### Especificaciones del motor

HP	RPM	Fase	Voltaje (v)	Combinación	Norma	Protección
0,50	1420	Trifásico	400	230/400	IEC	Antiexplosión

#### Características técnicas

Modelo	Velocidad (rpm)	Caudal máx. (m <sup>3</sup> /h) (*)	Potencia (HP)	Peso (kg)	Nivel de ruido (dBA) (**)
TAD-25/6	910	600	1/6	14,6	39
TAD-25/4	1400	950	1/4	10,9	48
TAD-30/6	910	1157	1/6	15,4	45
TAD-30/4	1400	1800	1/4	12,4	54
TAD-35/6	910	1809	1/6	16,4	49
TAD-35/4	1400	2814	1/4	13,4	58
TAD-40/6	910	2700	1/6	17,4	53
TAD-40/4	1400	4200	1/4	14,4	62
TAD-45/6	910	3844	1/6	19,8	57
TAD-45/4	1400	6980	1/4	16,8	66
TAD-50/6	910	5273	1/4	21,6	60
TAD-50/4	1390	8203	1/2	21,6	69
TAD-55/6	910	7848	1/2	27,4	60
TAD-55/4	1415	10918	1	29,9	70
TAD-60/6	910	9113	1/2	28,3	63
TAD-60/4	1415	14175	1	30,8	73
TAD-65/6	920	11585	3/4	34,4	65
TAD-65/4	1420	18022	2	42,4	76
TAD-70/6	920	14470	3/4	40,1	67
TAD-70/4	1420	22509	2	48,1	78
TAD-75/6	940	17998	1	46,2	69
TAD-75/4	1420	27686	3	60,2	79

(\*) en descarga libre

(\*\*) nivel de ruido a 3 m de la boca de descarga en campo libre

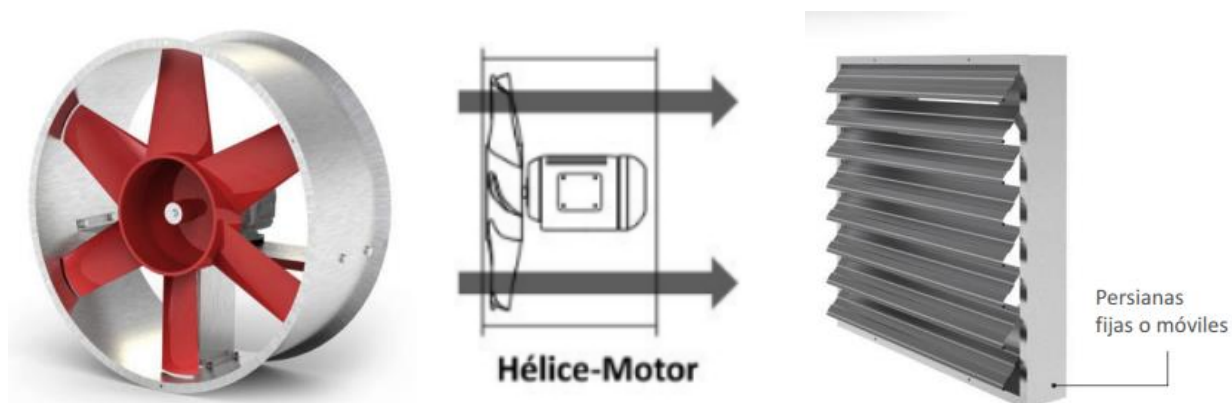


Figura 6.39 Manual extractor de aire actualmente instalado en el sector de mantenimiento, marca Schellenberg, modelo TAD-50/4  
(Fuente: Manual Schellenberg)

Según el relevamiento 02, como se mostró en la Sección 6.1.1.4 en la Figura 6.8 el nivel de ruido integrado alcanza valores de 63,7 dB(A) en el PM de la grilla ubicado en el exterior de la planta justo abajo del extractor (a 3 metros de la pared) y de 77,0 dB(A) para el PM ubicado en el interior de la planta justo abajo del extractor (a 1,8 metros de la pared). El extractor está ubicado a una altura de 4 metros.

Se estudian una solución posible con el fin de disminuir el nivel sonoro en este sector de la planta industrial. Si bien esta solución se estudia desde el punto de vista técnico y económico, no quiere decir que sea la única ni la mejor opción a implantar.

#### **6.4.2.1. Instalación de automatismo**

En este caso se propone la instalación de un automatismo encargado de apagar el extractor en caso de detectar presencia de personas en la zona de mantenimiento, excluyendo la oficina donde el nivel sonoro es menor por existir una pared divisoria.

Si bien en este caso no se actúa disminuyendo el nivel sonoro, a los efectos de seguridad e higiene del personal de la planta industrial, éstos no quedan expuestos a ruidos ocasionados por esta fuente sonora.

Es posible implementar esta solución porque el área donde se encuentra el extractor es un sector poco transitado, lo que no se afectaría la correcta extracción de los gases de las baterías.

La inversión necesaria para implementar esta solución asciende a \$U 9960 más IVA, equivalentes a USD 343 más IVA. Este monto incluye el detector de presencia, el cableado y la instalación necesaria para que el automatismo quede funcionando.

Una vez planteada la situación a las autoridades del laboratorio y analizada en conjunto, se decidió implementar la instalación del automatismo mediante sensores que permitan apagar el extractor si se detecta presencia de personas en el área.

## 6.5.Soluciones con Elementos de Protección Personal

Las soluciones planteadas en los puntos anteriores fueron estudiadas técnicamente. En caso que para alguno de los sectores de la planta, ninguna de las soluciones anteriores pueda ser implementada por razones ajenas al estudio técnico, puede ser necesario el uso de protectores auditivos con el fin de proteger los oídos del personal y personas externas.

Se debe tener en cuenta que en todos los casos la última opción será el uso de protección auditiva. Siempre es mejor solucionar los problemas de ruido en la fuente misma o en la trayectoria, es importante recalcar que el uso de protección auditiva debe ser la última alternativa a implementar, dado que el uso correcto depende de cada persona por lo que el grado de protección es variable.

De ser necesaria la implementación de esta alternativa, resulta imprescindible la capacitación del personal para que entienda la importancia y los beneficios de su uso y su correcta colocación.

Como describe Samir Gerges en “Protectores Auditivos”, los protectores auditivos son una solución sencilla y rápida para los problemas de ruido y la más usada mundialmente en los casos en los cuales las técnicas de control de ruido no pueden implementarse de forma inmediata.

La atenuación del ruido dada por los protectores auditivos depende de varios parámetros relacionados: el usuario, el tipo de protector y el ambiente donde se va a utilizar. Por esta razón, el valor de reducción sonora de los protectores auditivos se obtiene de forma estadística para un gran número de casos de estudios.

Existe un gran desarrollo de los elementos de protección personal (EPP) y en particular de los protectores auditivos. Es importante la correcta selección de los EPP, que dependerá de las condiciones del ambiente donde va a ser utilizado y de la persona que lo va a utilizar.

En la actualidad los protectores auditivos cuentan con curvas de atenuación que describen el desempeño acústico. Para obtener estas curvas de atenuación se utilizan resultados estadísticos del estudio de varias personas, que brindan información de la atenuación media y el desvío padrón para cada banda de frecuencia. El número único de nivel de reducción de ruido se utiliza para simplificar el proceso de selección de los EPP.

En muchos casos, en campo no se alcanza el nivel de reducción de ruido (NRR) obtenido de esta forma, dado que las personas no tienen experiencia y no siempre se colocan la protección de forma correcta.

A la hora de seleccionar los protectores auditivos para cada una de las aplicaciones es importante el estudio de la ficha técnica de los mismos. Este documento brinda información de los niveles de atenuación y demás características del EPP.

Además del NRR, y no menos importante a la hora de hacer la selección del EPP más adecuado, es necesario tener en consideración la comodidad para su uso por parte de los trabajadores, que pueda usarse junto con otros EPP necesarios, el tipo de ambiente en el que va a ser utilizado (temperatura, humedad, polvo) y el tiempo que se va a utilizar.

Existen distintos tipos de protectores auditivos. La Figura 6.40 muestra algunos de los que se pueden encontrar en el mercado. Cada uno de los distintos tipos y/o marcas se adaptan mejor a uno u otro caso de estudio, no existiendo un EPP que sea mejor para todos los casos.

Así, los protectores tipo orejeras son cómodos, más fáciles de poner y resistentes. Por otro lado los tapones son más livianos, más útiles en zonas con mucho calor y humedad y prácticos para exposiciones de poca duración.

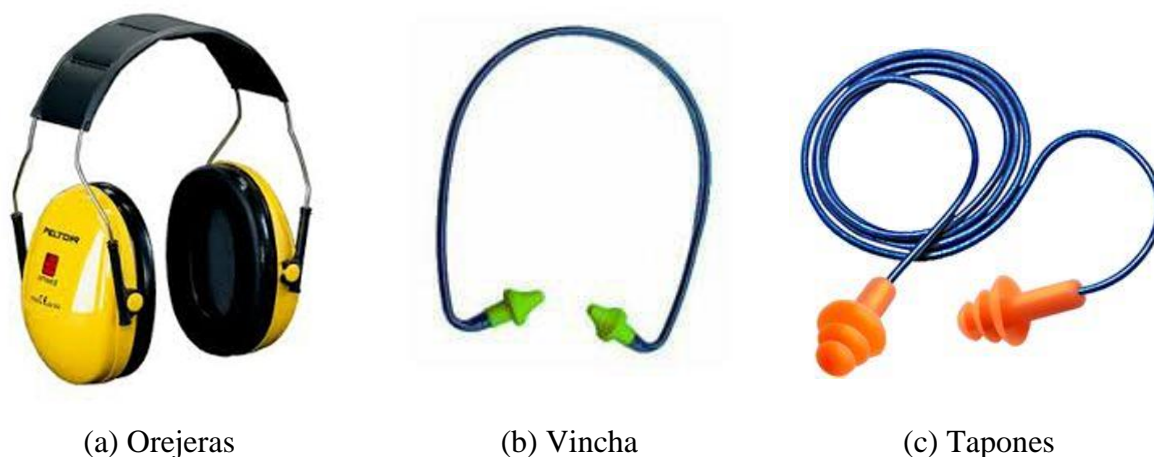


Figura 6.40 Ejemplo de diferentes modelos de protectores auditivos  
(Fuente: 3M)

El National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, establece que para tener en cuenta que el uso del protector auditivo por los usuarios puede presentar diferencias con los resultados de laboratorio, los valores deben ser ajustados por un coeficiente que depende del tipo de EPP seleccionado. El valor del NRR en campo está dado por las Ec. 6.13



para los protectores tipo orejeras, Ec. 6.14 para los protectores tipo tapones de espuma y Ec. 6.15 para otros tipos de tapones:

- Protector tipo orejeras:

$$NRR_{campo} = 0,75 \times NRR_{fab} \quad (6.12)$$

- Tapones de espuma:

$$NRR_{campo} = 0,50 \times NRR_{fab} \quad (6.13)$$

- Otros tapones:

$$NRR_{campo} = 0,30 \times NRR_{fab} \quad (6.14)$$

Donde  $NRR_{fab}$  es el nivel de reducción de ruido dado por el fabricante de protectores auditivos y el  $NRR_{campo}$  es el nivel de reducción de ruido obtenido en campo según la NIOSH.

A modo de ejemplo se seleccionarán elementos de protección que sean adecuados para el ingreso a la sala de máquinas en las condiciones sonoras que fueron relevadas durante la visita a la planta industrial.

Según el Samir Gerges en “Protetores Auditivos – Paradigma de Atenuação de Ruído”, una estimación del nivel protegido de puede calcular a partir de las Ec. 6.16.

$$Lp(dB(A)) = Leq(dB(A)) - (NRR_{campo} - 7) \quad (6.15)$$

Donde  $Lp(dB(A))$  es nivel protegido por el EPP en dB(A),  $Leq(dB(A))$  es el nivel sonoro equivalente en dB(A) y el  $NRR_{campo}$  en el nivel de reducción de ruido obtenido en campo según la NIOSH.

En el caso de estudio, el PM crítico es el SM – 04 b, presentado en la sección 5.1.4.1. Sala de máquinas. En este caso el nivel sonoro equivalente es 84 dB(A).

Como primer caso se expone el estudio de EPP del tipo orejeras de un proveedor particular, como a los que se observan en la Figura 6.41. El valor de reducción de ruido, NRR, para el modelo H6A de 3M según su ficha técnica es de 21 dB.



H6A  
Amnés Superior  
(180 g.)

Figura 6.41 Protector auditivo tipo orejera, marca 3M, modelo H6A.  
(Fuente: 3M)

Entonces se calcula el nivel protegido para el EPP en sala de máquinas en la Ec. 6.17 y Ec. 6.18 a partir de las Ec. 6.13 y Ec. 6.16.

$$Lp(dB(A)) = Leq(dB(A)) - (0,75 \times NRRfab - 7) \quad (6.16)$$

$$Lp(dB(A)) = 84 - (0,75 \times 21 - 7) = 75,25 \quad (6.17)$$

Como el valor obtenido es menor a 80 dB(A), este tipo de EPP brinda una protección segura para el trabajador o cualquier persona que se encuentre trabajando en esta zona de la planta industrial.

Si se prefiere el uso de protectores auditivos tipo tapones como los que se muestran en la Figura 6.42, el valor de reducción de ruido NRR para el modelo 1100 de 3M según su ficha técnica es de 29 dB si los protectores se colocan correctamente.

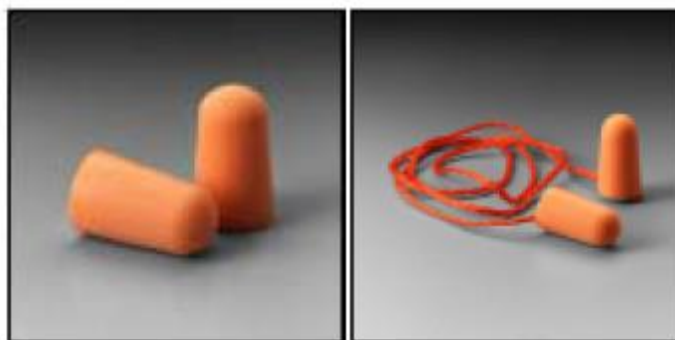


Figura 6.42 Protector auditivo tipo tapones de espuma desechables, marca 3M, modelo 1100.  
(Fuente: 3M)

En este caso el nivel protegido a partir de las Ec. 6.14 y Ec. 6.16 se calcula en las Ec. 6.19 y Ec. 6.20. La diferencia con el caso anterior se da en el coeficiente propuesto por la NIOSH y en el NRR de los EPP, pero el método utilizado para el cálculo es análogo.

$$Lp(dB(A)) = Leq(dB(A)) - (0,75 \times NRRfab - 7) \quad (6.18)$$

$$Lp(dB(A)) = 84 - (0,50 \times 29 - 7) = 76,5 \quad (6.19)$$

En este caso, el valor obtenido también es menor a 80 dB(A), por lo que este tipo de EPP brinda una protección segura para el trabajador o cualquier persona que se encuentre trabajando en esta zona de la planta industrial.

Con este procedimiento se puede seleccionar los protectores auditivos para cada una de las necesidades que se presenten en la planta industrial. Para el caso de estudio de este laboratorio, hay un único sector comprometido que justifica el uso de estos elementos, pero podrían existir otros casos en los que fuera necesario analizar más de un sector y seleccionar protectores auditivos capaces de cubrir todas las necesidades.

## 7. CONCLUSIONES

El trabajo presentado consistió en un profundo análisis de la situación sonora en una planta industrial de un laboratorio en las afueras de la ciudad de Montevideo. Este laboratorio no contaba con ningún tipo de información de partida, nunca antes se había realizado un relevamiento de este tipo en sus instalaciones.

En general se trata de una planta que no presenta situaciones críticas respecto a los niveles sonoros, si bien en algunos casos es necesario tomar acciones correctivas para estar dentro de la normativa vigente aplicable. El máximo relevado fue de 84,0 dB(A). Cabe destacar que en la mayoría de los sectores los niveles sonoros son llamativamente bajos, lo que posibilita muy buenas condiciones acústicas para el personal que trabaja en la misma.

Los bajos niveles sonoros encontrados pueden ser explicados por tratarse de una planta industrial de tamaño reducido en la que el volumen de trabajo parece no estar el 100 % de la capacidad. Se cuenta con un bajo número de empleados que trabajan únicamente en un turno, es por esta razón que existen posibilidades de que en algún momento el flujo de trabajo pueda aumentar y con ello se vean modificadas las condiciones acústicas.

Todas las mediciones de los relevamientos realizados en las instalaciones de la planta, fueron realizadas con el total apoyo por parte del personal del laboratorio. Se realizó todo el recorrido con el encargado del mantenimiento de la planta para poder acceder a los diferentes sectores e ir consultando las dudas que fueron surgiendo. Los funcionarios de las áreas donde se tomaron medidas se mostraron dispuestos a ayudar con el trabajo realizado.

Una de las zonas críticas relevadas es el exterior de la planta, en el entorno de la sala de máquinas con niveles de hasta 70,9 dB(A), donde el ruido se explica por el funcionamiento de las máquinas que allí se encuentran. Hacia el otro lado de la sala de máquinas, el nivel sonoro disminuye notoriamente, alcanzándose valores de 40,2 dB(A). Se ve afectado básicamente por el ruido de los camiones que acceden a esta u otra planta en la cercanía.

El otro sector crítico es la zona de empaque donde se realiza la mayor parte del trabajo de manufactura, en planta baja del edificio, con niveles de 73,3 dB(A). En este lugar el ruido es explicado por la maquinaria que funciona en este sitio y por el trabajo manual realizado por los funcionarios del sector. A lo largo del trabajo fueron propuestas soluciones para evitar sobrepasar los niveles admitidos por la normativa vigente.

Se debe dar seguimiento a la zona de recepción y expedición de la planta, en este lugar, donde se cargan y descargan los camiones encargados del transporte, tanto de materia prima como de producto terminado se podrán presentar problemas acústicos en el eventual caso que aumente la capacidad de producción del laboratorio. En la actualidad los niveles relevados alcanzan los 59,8 dB(A).

Es importante hacer notar, que los responsables del laboratorio tienen una actitud proactiva en relación a estos temas y una vez planteada la situación en los distintos sectores de la planta, decidieron llevar a cabo alguna de las soluciones propuestas. En particular, en el sector de mantenimiento, donde el nivel sonoro fue de 77,0 dB(A) fue instalado el sensor de presencia que se activa cuando entra una persona y apaga el extractor encargado de eliminar los tóxicos de las baterías.

El sector de oficinas no presenta ningún problema en materia sonora, en ninguna medición se sobrepasaron los 55,4 dB(A). Se trata de una construcción separada de la planta industrial comunicada a través de un pasillo. En este lugar no parece probable que a mediano o corto plazo pueda encontrarse algún problema acústico.

Se presentaron dos posibles soluciones de protectores acústicos, como elementos de protección personal para el caso que sean necesarios para que los funcionarios que requieran su uso puedan optar por el equipo que les resulte más cómodo.

Vale la pena, para próximas investigaciones, la comparación de los resultados obtenidos de niveles sonoros para una planta industrial farmacéutica con otras plantas industriales con el fin de verificar si esta condición de bajos niveles sonoros se encuentra en todas las plantas de Montevideo, o de forma contraria éste es un laboratorio modelo en materia de ruido, el cual se puede tomar como ejemplo para a imitar. De esta manera, se conseguiría un estudio y escala de la situación sonora de la industria en Montevideo.

Otro punto pendiente para próximos estudios en este tema, es el seguimiento en el tiempo de la situación sonora del laboratorio, evaluando su comportamiento: estudiar si con el paso del tiempo los niveles de ruido siguen siendo adecuados según la normativa vigente en ese momento, construir un nuevo mapa de ruido y compararlo con el que se obtuvo en esta ocasión, etc.

Queda mucho trabajo pendiente en Uruguay en materia de ruido. Si bien existe la reglamentación que regula los niveles de ruido en la industria, la misma presenta algunas ambigüedades o temas que no quedan claramente definidos; esto hace que su interpretación pueda ser por momentos subjetiva.

Además, el control de la normativa no es suficiente como para asegurar el cumplimiento de la misma, dado que la cantidad de personal dedicada a la función de contralor no es suficiente. Es por esta razón, que en muchos casos el cumplimiento de la normativa depende más de la buena voluntad de los altos mandos de las empresas o del poder que tengan los funcionarios para exigir este cumplimiento, que lo que el MTSS sea capaz de exigir y controlar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bistafa, S. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. Editora Blucher, Brasil, 2006.

González, E.; **Contaminación Sonora y Derechos Humanos. Seria de investigaciones: Derechos Humanos en las políticas públicas. Nº 2**. Defensoría del Vecino de Montevideo, 2012.

Moreno Ceja, F.; Orozco Medina, M.; Zumaya Leal, M. **Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión**. Bibliotecologica, Vol 29, Num 66, mayo/agosto, 2015, Mexico, 2015.

Rejane Noronha, L.; Martins Dias, F. **Perfil audiométrico de individuos expostos ao ruído atendidos no núcleo de saúde ocupacional de um hospital do município de Montes Claros, Minas Gerais**. Rev. CEFAC vol.12 no.2 São Paulo Mar./Apr. Brasil, 2010.

Alonso Diaz, J. **Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios (A)**. Med. Secur. Trab. Vol.60 n.234 Madrid, 2014.

Hernández Díaz, A.; González Méndez, B. **Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial**. Med. Secur. Trab. Vol.53 no.208 Madrid, 2007.

Gómez, M.; Jaramillo, J.J.; Luna, Y.; Martinez, A.; Velazquez, E.M.; **Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos**. Rev CES Salud Publica 2012; 3(2): 174-183, 2012.

Echeverri, C.; González, E. **Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas**. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol 10, No. 18, pp. 51-60 – ISSN 1962-3324 – enero-junio de 2011/148 p Medellín, Colombia, 2011

Águila Soto, A. **Condiciones Físico Ambientales. Ambiente Sonoro**. Universidad de Almería. España.

**Confort Acústico**. Ficha Divulgativa FD-49. Instituto de Seguridad y Salud Laboral. Region de Murcia. España.

Hernández Calleja, A. **NTP 503: Confort Acustico: el ruido en oficinas**. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España, 1998.

Billerbeck, R. **Exposure to Noise**. 2014.

Dias Regazzi, R.; Moraes de Araújo, G. **Crítérios para avaliação do ruído. Divergências entre NR15 e a NHO 01 (Fundacentro)**. Brasil.

Moreira de Souza Carvalho, R. **Ensaio sobre as políticas públicas de segurança e saúde dos trabalhadores no Brasil e nos Estados Unidos**. Brasil, 2006.

González, E. **Evaluación de impacto acústico: Modelos predictivos sencillos que podrían dar complicaciones**. Departamento de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, UdelaR, Uruguay.

Estelles, R. **Control de ruido II**. Acondicionamiento acústico, Facultad de arquitectura, UdelaR, Uruguay. 2010

**Manual de usuario, Medidor ambiental 5 en 1, Modelo EN 300**. Extech Instruments.

**Analizador portátil Modelo 2250 com o Software BZ 7222 para o Sonómetro Modelo 2250 e Software de Análise de Frequências BZ7223 para o Modelo 2250 Manual do Utilizador**. Bruel and Kjeaar. 2005

**Atenuador de Ruido. Tipo ZFK/ZF** Trox Technik. Trox do Brasil. 2006.

Gerges, S. **Protectores auditivos**. Brasil. (30/07/2017). Recuperado de: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/t-ruído.php>

Gerges, S. **Protectores auditivos. Paradigma de atenuação de ruído**. Brasil. (30/07/2017). Recuperado de: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/t-ruído.php>

Gerges, S. **Controle de ruído; por onde començar e como fazer**. Brasil. (30/07/2017). Recuperado de: <http://mbaemqsmms.blogspot.com.uy/2012/03/publicacoes-gratuitas-para-copias.html>

**Agencia Europea de la Seguridad y la Salud en el Trabajo**. (06/08/2016). Recuperado de: <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications>



**Organización Internacional del Trabajo.** (06/08/2016). Recuperado de: <http://www.ilo.org/americas/lang--es/index.htm>.

**Azima DLI** (06/08/2016). Recuperado de: <http://www.azimadli.com/vibman-spanish/escalasdefrecuenciaslogartmicas.htm>

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia.** Colombia. (06/08/2016). Recuperado de: <https://www.unad.edu.co/>

Lección 11 - Espectro y Bandas de Octava. **Universidad Nacional Abierta y a Distancia.** Colombia. (07/08/2016). Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/Contenido\\_en\\_linea/leccin\\_11\\_espectro\\_y\\_bandas\\_de\\_octava.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/Contenido_en_linea/leccin_11_espectro_y_bandas_de_octava.html)

**Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.** Argentina. (07/08/2016). Recuperado de: <http://www.unsl.edu.ar/>

**Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.** Argentina. (07/08/2016). Recuperado de: <http://webfcfmyn.unsl.edu.ar/>

El sonido y las ondas. **Sistema de comunicaciones.** Mexico. (07/08/2016). Recuperado de: <http://sistemasdecomunicaciones.mex.tl/el-sonido-y-las-ondas.html>

La audición. **Estudio del sonido.** (07/08/2016). Recuperado de: <https://estudiarsonido.wordpress.com>

**IMPO Centro de información oficial.** Uruguay. (13/08/2016). Recuperado de: <https://www.impo.com.uy/>

**Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.** Uruguay. (13/08/2016). Recuperado de: <https://www.mtss.gub.uy/web/mtss/>

**Intendencia de Montevideo.** Uruguay. (13/08/2016). Recuperado de: <http://www.montevideo.gub.uy/>

**Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas.** Argentina. (14/08/2016). Recuperado de: <http://www.mecon.gov.ar/>

**SRT; Superintendencia de Riesgos del Trabajo.** Argentina. (14/08/2016). Recuperado de: <http://www.srt.gob.ar/>

**Ministerio do Trabalho Fundacentro.** Brasil. (14/08/2016). Recuperado de: <http://www.fundacentro.gov.br/>

**ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnicas.** Brasil. (14/08/2016). Recuperado de: <http://www.abnt.org.br/>

Unión Europea, **Parlamento Europeo.** Union Europea. (14/08/2016). Recuperado de: [https://europa.eu/european-union/index\\_es](https://europa.eu/european-union/index_es)

**United State Departament of Labor.** Estados Unidos. (14/08/2016). Recuperado de: <https://www.dol.gov/>

**OSHA; Occupational Safety and Health Administration – Occupational Noise Exposure.** Estados Unidos. (22/10/2016). Recuperado de: [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9735](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9735)

**dba Acústica; Tecnología Acústica.** España. (12/11/2016). Recuperado de: <http://www.dba-acustica.com/>

**Emisión, propagación y recepción del sonido.** (27/08/2016). Recuperado de: <https://sites.google.com/site/fabricandosonidos/emision-propagacion-y-recepcion-del-sonido>

**Escuela Universitaria de Música.** Uruguay. (27/08/2016). Recuperado de: <https://www.eumus.edu.uy/eum/>

**Acústica Integral Soundproofing.** España. (12/11/2016). Recuperado de: <http://www.acusticaintegral.com/>

**Isoltop; Le Plancher Nouvelle Génération.** Francia. (12/11/2016). Recuperado de: <http://www.isoltop.com/>

Cabinas acústicas. **Acústica ambiental aplicada s.l.** España. (12/11/2016). Recuperado de: <https://www.insisac.es/index.html>

**Fantoni Group.** Italia. (12/11/2016). Recuperado de: <http://www.fantoni.it/home.html>

**3M Ciencia.** Aplicada a la vida. Uruguay. (18/02/2017). Recuperado de: [http://www.3m.com.uy/3M/es\\_UY/inicio/](http://www.3m.com.uy/3M/es_UY/inicio/)

**Schellenberg:** Ciencia en Ventilación. Uruguay. (18/02/2017). Recuperado de: <http://www.schelleberg.com.uy/>

**OWA:** Owa Sonex Brasil. Brasil. (11/03/2017). Recuperado de: <http://www.owa.com.br/>

**ANEXO A. PLANOS**

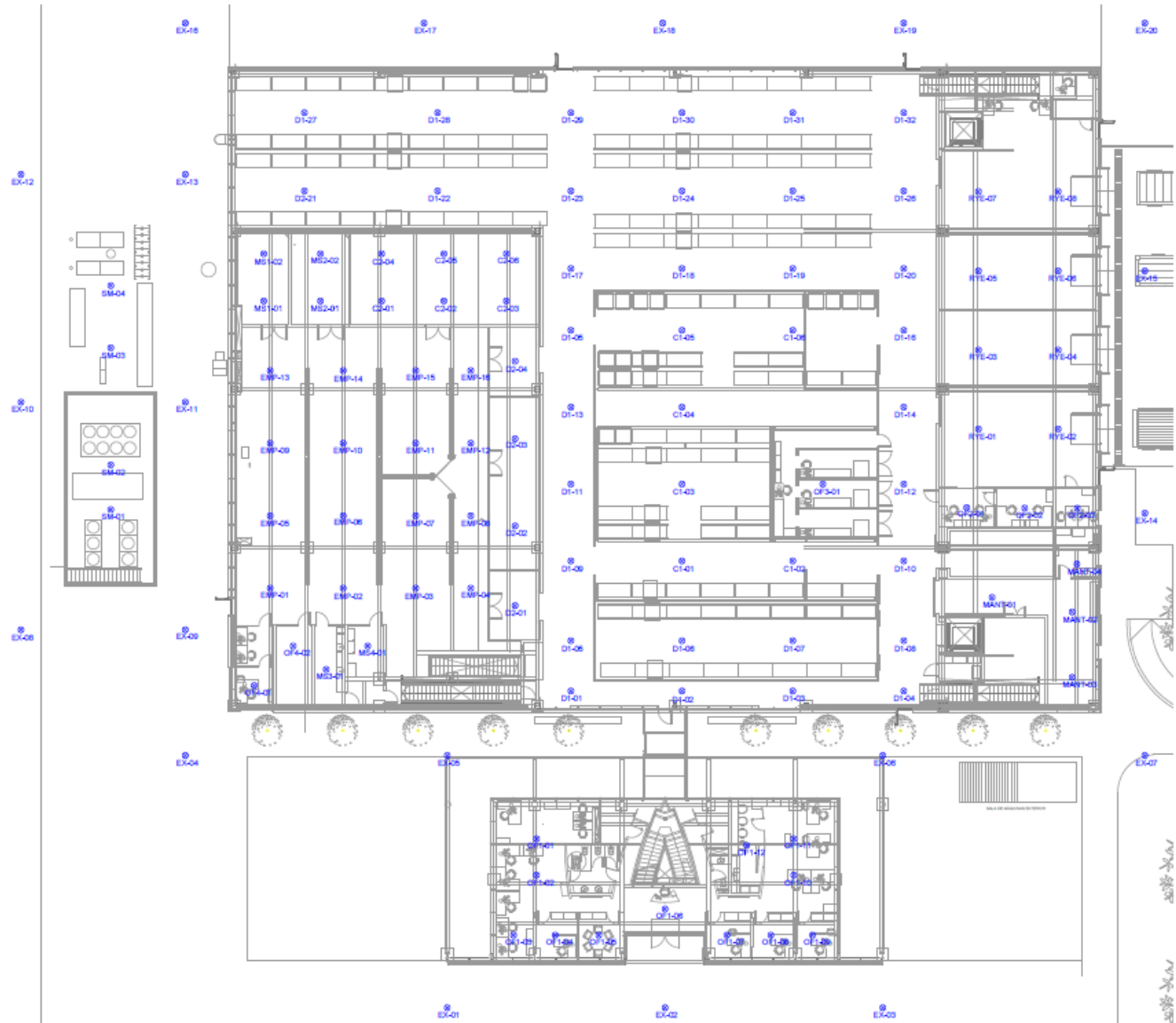


Figura A.1 Grilla de relevamiento - Planta baja

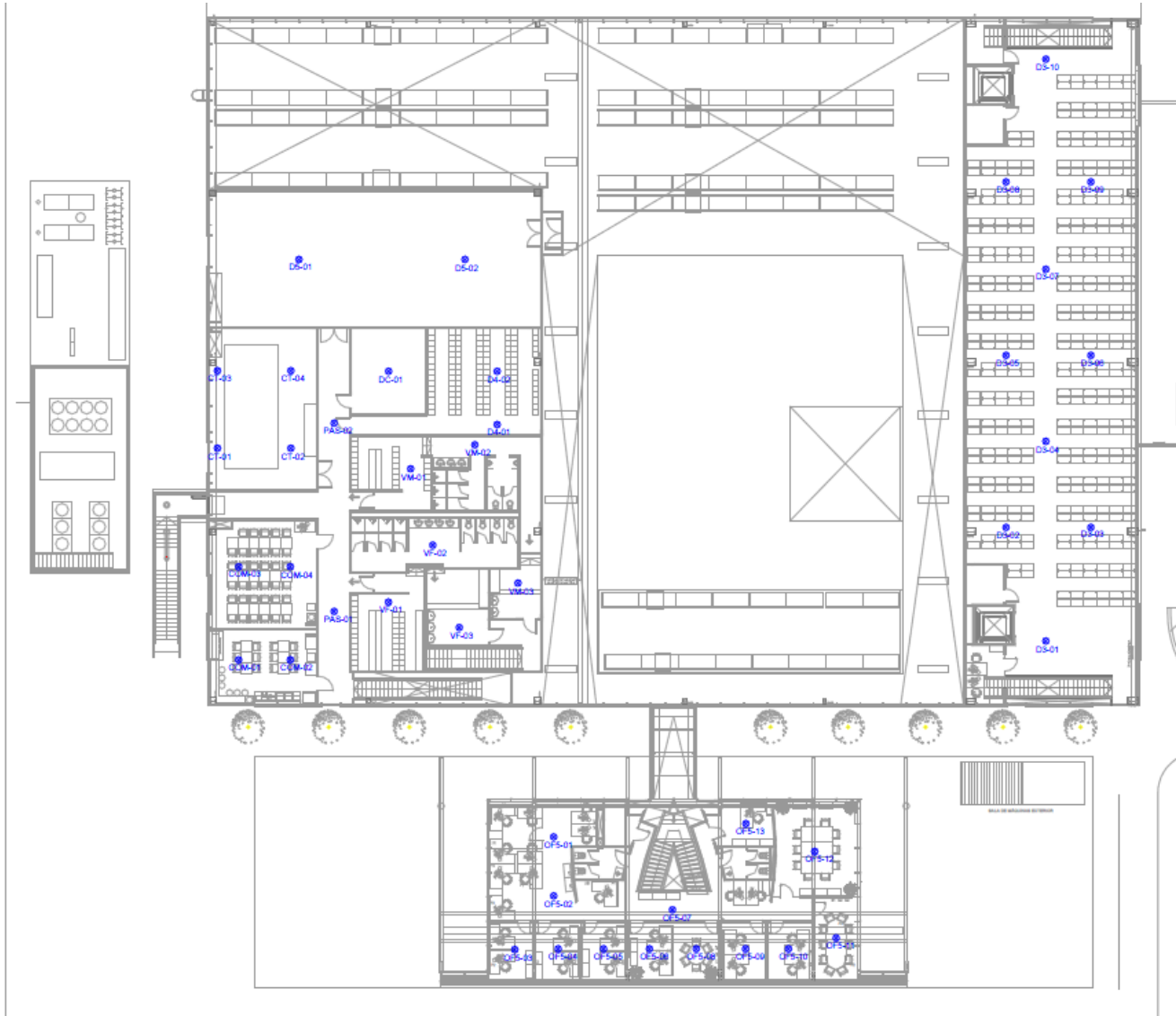


Figura A.2 Grilla de relevamiento - Primer piso

## ANEXO B. COMPLEMENTO DE RESULTADOS OBTENIDOS PLANTA BAJA

### *B.1. Oficina 3 (Of3)*

La oficina 3 tiene un área de cincuenta metros cuadrados, en una zona contigua a la cámara 1. En esta oficina trabajan cuatro personas de forma continua. La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico y el propio ruido del personal que trabaja en la oficina.

En el relevamiento 01, se midió únicamente un PM en el centro de la oficina dado que las dimensiones de la misma son pequeñas, el valor promedio obtenido fue de 59,6 dB(A).

La Tabla B.1 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.1 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 3 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Oficinas 3	PB - Of3 - 01	57,6	61,9	52,8	61,3	64,4	<b>59,6</b>
<b>PROMEDIO</b>								<b>59,6</b>

### *B.2. Oficina 2 (Of2)*

La oficina 2 tiene un área de treinta metros cuadrados y se encuentra contigua a la zona de recepción y expedición, comunicada mediante una puerta de vidrio. En esta oficina trabajan tres personas en forma continua.

En el relevamiento 01 se midieron tres PM de la oficina 2. Dado que las dimensiones son pequeñas, los PM se midieron a 1,2 metros de altura por encima de los escritorios. En el momento de realizar la medición no se encontraba ninguno de los tres trabajadores. El valor promedio obtenido fue de 43,8 dB(A). La fuente principal de ruido es el acondicionamiento térmico y el ruido exterior.

La Tabla B.2 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.2 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 2 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Oficinas 2	PB - Of2 - 01	45,1	44,6	44,7	44,3	48,4	<b>45,4</b>	1m por encima de los escritorios
2	PB - Oficinas 2	PB - Of2 - 02	40,9	40,2	40,8	40,2	40,3	<b>40,5</b>	1m por encima de los escritorios
3	PB - Oficinas 2	PB - Of2 - 03	43,9	50,0	42,5	45,2	46,3	<b>45,6</b>	1m por encima de los escritorios
<b>PROMEDIO</b>								<b>43,8</b>	

### ***B.3. Sala de manufactura 1 (MS1)***

Esta sala tiene un área de veinticinco metros cuadrados y se ubica al lado de la zona de empaque. En esta sala se encuentra la máquina etiquetadora en la cual, según la planificación de producción, puede trabajar una persona de forma continua durante una jornada completa o parte de la misma.

Se midieron dos PM en el relevamiento 01, con la máquina etiquetadora en funcionamiento, una persona encargada de la operación de la máquina y con la puerta que conecta esta sala con la zona de empaque cerrada. El valor promedio obtenido fue de 57,8 dB(A). La fuente principal de ruido es el propio funcionamiento de la maquinaria. La Figura B.1 muestra una fotografía del momento en el que se realizaron las mediciones.

La Tabla B.3 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.3 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 1 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Manufactura Sala 1	PB - MS1 - 01	57,6	58,0	57,4	57,7	58,2	<b>57,8</b>	Maquina etiquetadora funcionando
2	PB - Manufactura Sala 1	PB - MS1 - 02	59,9	58,0	58,1	55,7	57,0	<b>57,7</b>	Maquina etiquetadora funcionando
<b>PROMEDIO</b>								<b>57,8</b>	





Figura B.1 Fotografías del momento de toma de mediciones en el depósito 1 en punto PB-MS1-01

#### ***B.4. Sala de manufactura 2 (MS2)***

Esta sala tiene un área de veinticinco metros cuadrados y se ubica al lado de la zona de empaque y de la sala de manufactura 1. Dentro de ella se ubica una cinta transportadora y otra máquina que actualmente se encuentra fuera de uso. Al igual que sucede en la sala de manufactura 1, según la planificación de la producción, en esta sala puede trabajar personal de forma continua durante una jornada completa o parte de la misma.

En el relevamiento 01 se midieron dos PM en la sala con la cinta transportadora en funcionamiento y dos personas trabajando en la misma, con la puerta que conecta esta sala con la zona de empaque cerrada. El valor promedio obtenido fue de 68,2 dB(A). La fuente principal de ruido es el propio funcionamiento de la cinta.

La Tabla B.4 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.4 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 2 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Manufactura Sala 2	PB - MS2 - 01	68,4	68,7	72,2	68,1	69,1	69,3	Medición con la cinta en funcionamiento
2	PB - Manufactura Sala 2	PB - MS2 - 02	66,6	67,2	66,3	67,7	68,1	67,2	Medición con la cinta en funcionamiento
<b>PROMEDIO</b>							<b>68,2</b>		

### **B.5. Sala de manufactura 3 (MS3)**

Esta sala tiene un área de diez metros cuadrados y actualmente se utiliza como depósito, por lo que no hay personal trabajando en este lugar.

Durante el relevamiento 01, se midió únicamente un PM en el centro de la sala, con la puerta que conecta esta sala con la zona de empaque cerrada. El valor promedio obtenido fue de 52,6 dB(A).

La Tabla B.5 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.5 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 3 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Manufactura Sala 3	PB - MS3 - 01	56,1	55,1	49,8	50,7	51,3	52,6	Sin gente - Ruido exterior
<b>PROMEDIO</b>							<b>52,6</b>		

### **B.6. Sala de manufactura 4 (MS4)**

Esta sala tiene un área de diez metros cuadrados y actualmente no presenta ningún uso, por lo que no hay personal trabajando en este lugar.

Se midió solamente un PM en el centro de la sala, con la puerta que conecta esta sala con la zona de empaque cerrada. El valor promedio obtenido fue de 47,1 dB(A).

La Tabla B.6 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.6 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la sala de manufactura 4 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Manufactura Sala 4	PB - MS4 - 01	49,4	45,1	49,2	46,0	45,9	47,1	Sin gente - Ruido exterior
<b>PROMEDIO</b>							<b>47,1</b>		

### **B.7. Cámara 2 (C2)**

Consiste en un área de ochenta y cinco metros cuadrados aproximadamente, donde se almacenan materiales que se utilizan en la zona de empaque pero que requieren tener la temperatura controlada.

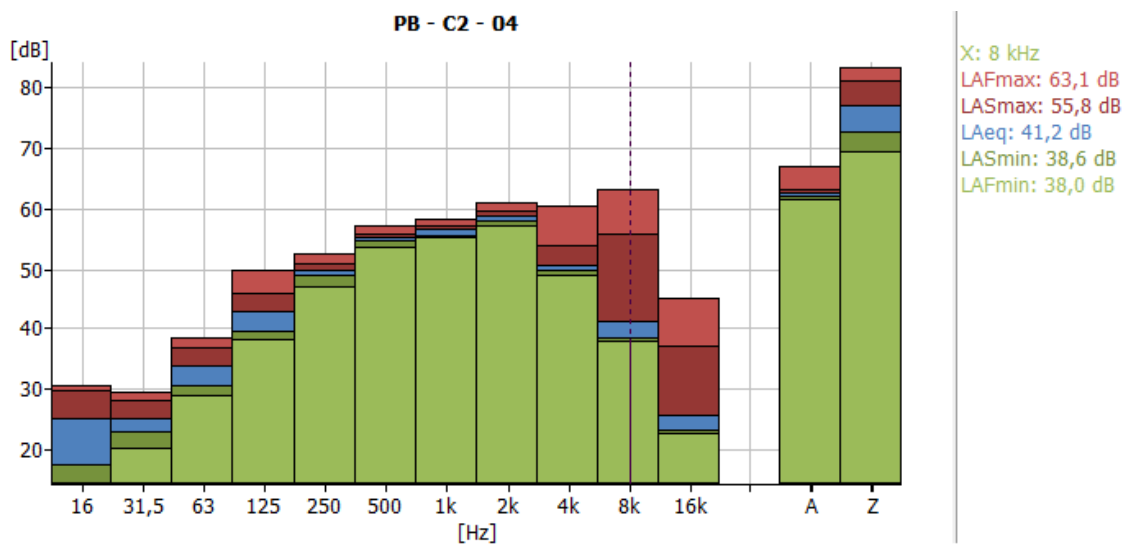
En total se midieron seis PM en el relevamiento 01, obteniéndose un promedio de 66,2 dB(A). El nivel de ruido es continuo provocado por los equipos encargados del acondicionamiento térmico, dado que se tiene que mantener la temperatura entre 2 y 8 °C.

La Tabla B.7 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.7 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la cámara 2 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PB - Cámara 2	PB - C2 - 01	66,2	66,8	66,8	67,5	67,2	<b>66,9</b>
2	PB - Cámara 2	PB - C2 - 02	66,0	66,9	66,4	65,9	67,3	<b>66,5</b>
3	PB - Cámara 2	PB - C2 - 03	66,8	65,0	65,5	66,1	66,7	<b>66,0</b>
4	PB - Cámara 2	PB - C2 - 04	66,4	66,5	66,9	66,2	66,1	<b>66,4</b>
5	PB - Cámara 2	PB - C2 - 05	66,0	65,7	66,9	66,8	66,4	<b>66,4</b>
6	PB - Cámara 2	PB - C2 - 06	65,5	65,7	65,0	65,0	65,1	<b>65,3</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>66,2</b>	

Durante el relevamiento 02 en la cámara 2 se decidió medir el espectro por banda de octava de frecuencia para tres PM (PB-C2-04, PB-C2-05 y PB-C2-06) de la cámara, los resultados de las mediciones se muestra en la Figura B.2. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM se puede ver en la Figura A.1 del Anexo A.



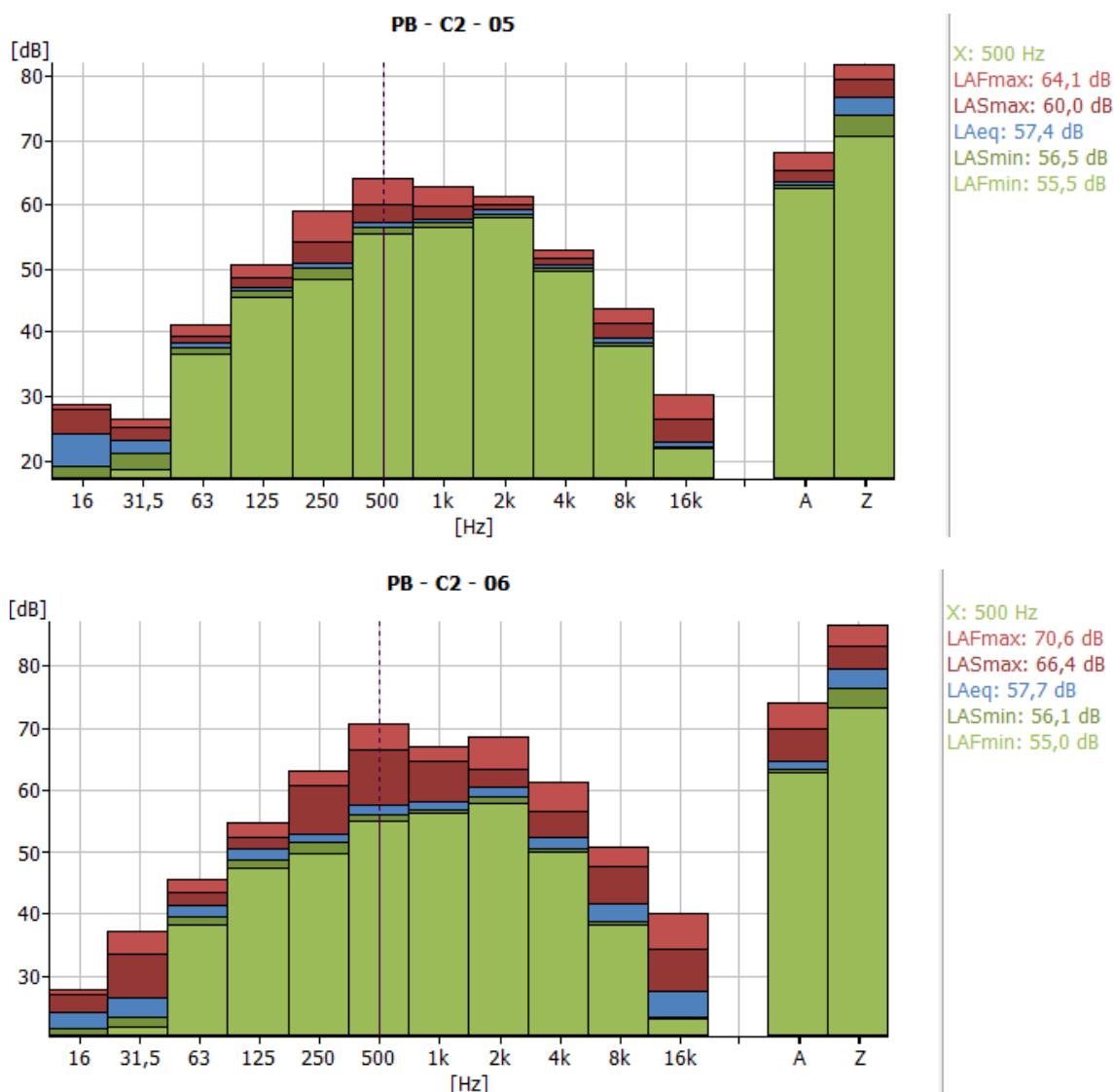


Figura B.2 Graficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en la cámara 2 del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PB-C2-04, PB-C2-05 y PB-C2-06 con los valores expresados en dB(A).

### ***B.8. Depósito 2 (D2)***

El depósito consiste en un área de setenta y cinco metros cuadrados y se ubica al lado de la zona de empaque. No hay personal trabajando de forma continua, si bien las puertas se mantienen abiertas y hay circulación frecuente de personal durante una jornada laboral.

En el relevamiento 01 se midieron cuatro PM en el área correspondiente al depósito 2, con las puertas que comunican con la zona de empaque abiertas, por ser ésta la forma de funcionamiento normal. El valor promedio obtenido fue de 53,1 dB(A). El ruido principalmente es el que llega desde la zona de empaque.

La Tabla B.8 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.8 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 2 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Deposito 2	PB - D2 - 01	53,9	47,8	47,1	47,1	45,5	<b>48,3</b>	Puerta normalmente abierta
2	PB - Deposito 2	PB - D2 - 02	53,7	52,9	49,3	56,1	57,1	<b>53,8</b>	Puerta normalmente cerrada
3	PB - Deposito 2	PB - D2 - 03	55,0	57,5	53,6	61,3	56,7	<b>56,8</b>	Puerta normalmente cerrada
4	PB - Deposito 2	PB - D2 - 04	55,3	52,3	52,6	52,8	53,7	<b>53,3</b>	Puerta normalmente abierta
<b>PROMEDIO</b>							<b>53,1</b>		

### ***B.9. Oficina 4 (Of4)***

La oficina 4 consiste un área de treinta metros cuadrados comunicada con la zona de empaque. Consiste en dos cubículos separados por mamparas de vidrio donde trabajan en total cinco personas.

Se midieron en total dos PM, con la puerta de comunicación con la zona de empaque abierta por ser la forma habitual en la que los funcionarios trabajan. Dado que las dimensiones son pequeñas, los PM se midieron a 1,2 metros de altura por encima de los escritorios como se detalla en las observaciones del cuadro donde se presentan los resultados obtenidos. En el momento de realizar la medición se encontraban tres de los trabajadores.

El valor promedio obtenido fue de 61,5 dB(A). La fuente principal de ruido es el proveniente del exterior de la zona de empaque.

La Tabla B.9 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla B.9 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos de la oficina 4 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PB - Oficinas 4	PB - Of4 - 01	59,5	59,1	52,4	61,8	68,8	<b>60,3</b>	1m por encima de los escritorios
2	PB - Oficinas 4	PB - Of4 - 02	60,8	63,3	65,0	64,7	59,9	<b>62,7</b>	1m por encima de los escritorios
<b>PROMEDIO</b>							<b>61,5</b>		

## ANEXO C. COMPLEMENTO DE RESULTADOS OBTENIDOS PRIMER PISO

### C.1. Comedor (Com)

Se trata de un área de ochenta metros cuadrados que se utiliza únicamente a la hora en que los funcionarios del laboratorio tienen el descanso diario de cuarenta y cinco minutos para almorzar y el descanso de quince minutos para desayunar.

Se midieron en total cuatro PM en el relevamiento 01 con los equipos tipo piso-techo (encargados del acondicionamiento térmico) en funcionamiento. En el momento de realizar la medición no se encontraba ningún funcionario en el comedor. El valor promedio obtenido fue de 61,3 dB(A).

La Tabla C.1 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.1 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del comedor con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Comedor	PA - Com - 01	60,6	60,1	60,5	59,8	58,1	<b>59,8</b>
2	PA - Comedor	PA - Com - 02	60,2	60,8	61,2	61,3	61,7	<b>61,0</b>
3	PA - Comedor	PA - Com - 03	60,4	60,2	60,2	60,8	60,3	<b>60,4</b>
4	PA - Comedor	PA - Com - 04	66,8	60,3	66,6	65,8	60,1	<b>63,9</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>61,3</b>	

Durante las mediciones realizadas en el relevamiento 02 se midió el espectro por banda de octava de frecuencia del PM PA-Com-01. Los aires acondicionados estaban en funcionamiento, las dos puertas estaban cerradas y no se encontraba ninguna persona en el comedor. Los resultados obtenidos se observan en la Figura C.1. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación del PM se puede ver en la Figura A.2 del Anexo A.

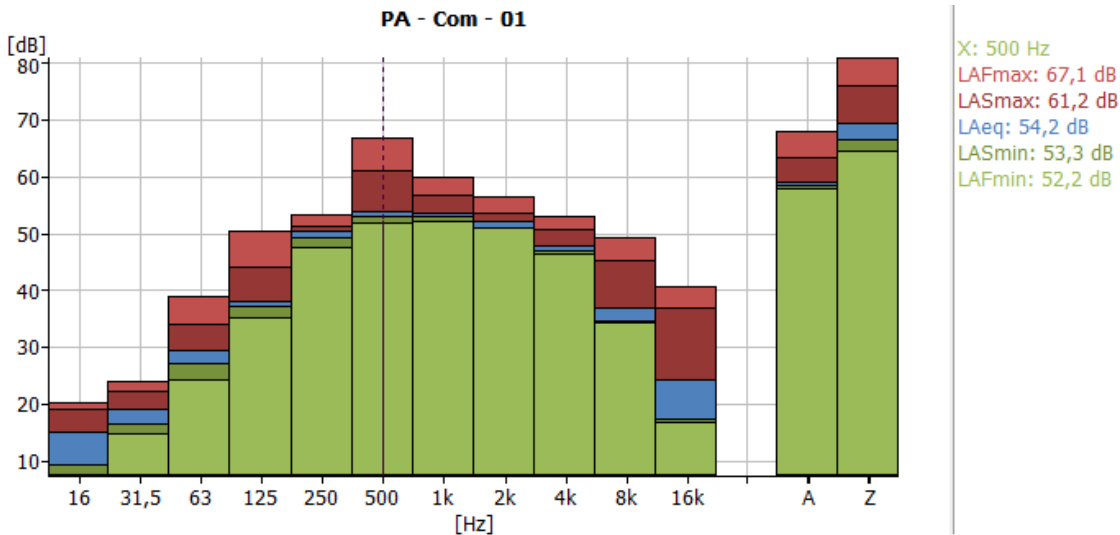


Figura C.1 Gráfica del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el comedor del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en el punto de la grilla PA-Com-01 con los valores expresados en dB(A).

## C.2. Centro de cómputos (DC)

Se trata de un área de veinticinco metros cuadrados destinado a cubrir las necesidades del data center del laboratorio. Debido a los requisitos de temperatura de los centros de computos para los equipos que se ubican en la sala, se cuenta con un equipo de aire acondicionado de techo que se encarga de mantener la temperatura de la sala en 21°C.

Se midió un PM en el centro de la sala en el relevamiento 01 con el equipo de aire acondicionado en funcionamiento con un valor promedio de nivel de ruido de 70,1 dB(A).

La Tabla C.2 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.2 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del centro de cómputos con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Data center	PA - DC - 01	69,5	69,9	70,9	70,4	69,7	70,1
<b>PROMEDIO</b>							<b>70,1</b>	

### C.3. Vestuarios (VF y VM)

Se trata de un área de ciento cincuenta metros cuadrados entre vestuario femenino y masculino. El ruido principal está dado por las rejillas de extracción de aire ubicadas en el techo de los vestuarios.

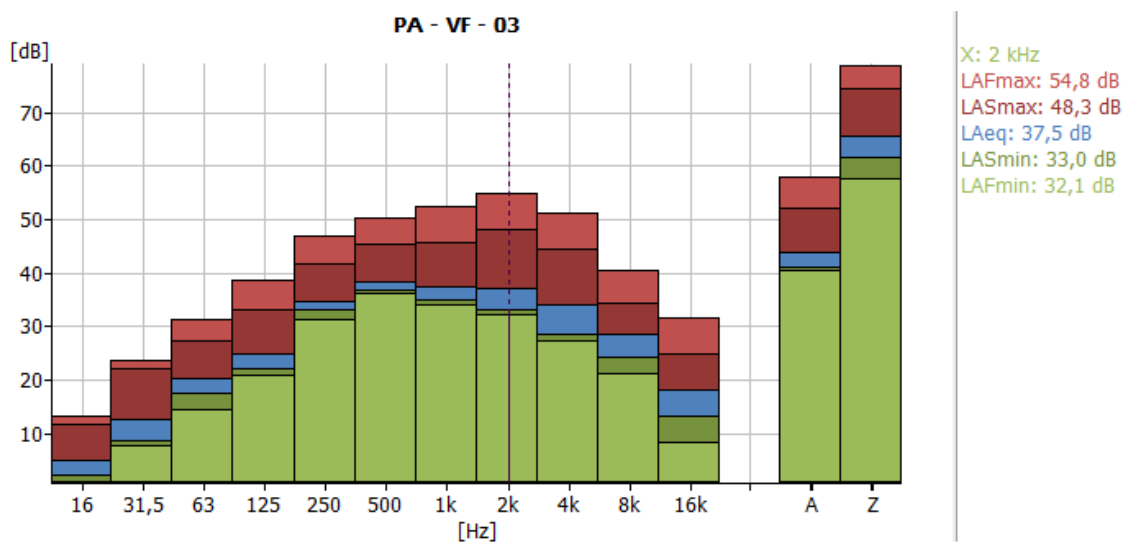
Al momento de realizar las mediciones correspondientes al relevamiento 01 los vestuarios se encontraban sin personal y el valor promedio obtenido fue de 45,7 dB(A).

La Tabla C.3 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.3 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del vestuario femenino y vestuario masculino con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones	
1	PA - Vestuario Femenino	PA - VF - 01	50,9	49,4	49,5	49,0	49,3	<b>49,6</b>	Distancia a lockers 60 cm
2	PA - Vestuario Femenino	PA - VF - 02	42,4	41,8	42,0	41,9	42,0	<b>42,0</b>	
3	PA - Vestuario Femenino	PA - VF - 03	43,4	43,0	43,3	44,1	42,3	<b>43,2</b>	
4	PA - Vestuario Masculino	PA - VM - 01	43,8	45,3	44,4	46,4	43,6	<b>44,7</b>	
5	PA - Vestuario Masculino	PA - VM - 02	44,9	44,2	43,5	45,7	44,4	<b>44,5</b>	
6	PA - Vestuario Masculino	PA - VM - 03	50,9	50,4	50,6	50,0	49,8	<b>50,3</b>	
<b>PROMEDIO</b>							<b>45,7</b>		

También durante el relevamiento 02 los vestuarios también estaban vacíos; se midió el espectro por banda de octava de frecuencia para el PM PA-VF-03 en el vestuario femenino y el PM PA-VM-02 para el vestuario masculino, los resultados se muestran en la Figura C.2. Los valores están expresados en dB(A). La ubicación de cada uno de los PM se puede ver en la Figura A.2 del Anexo A.





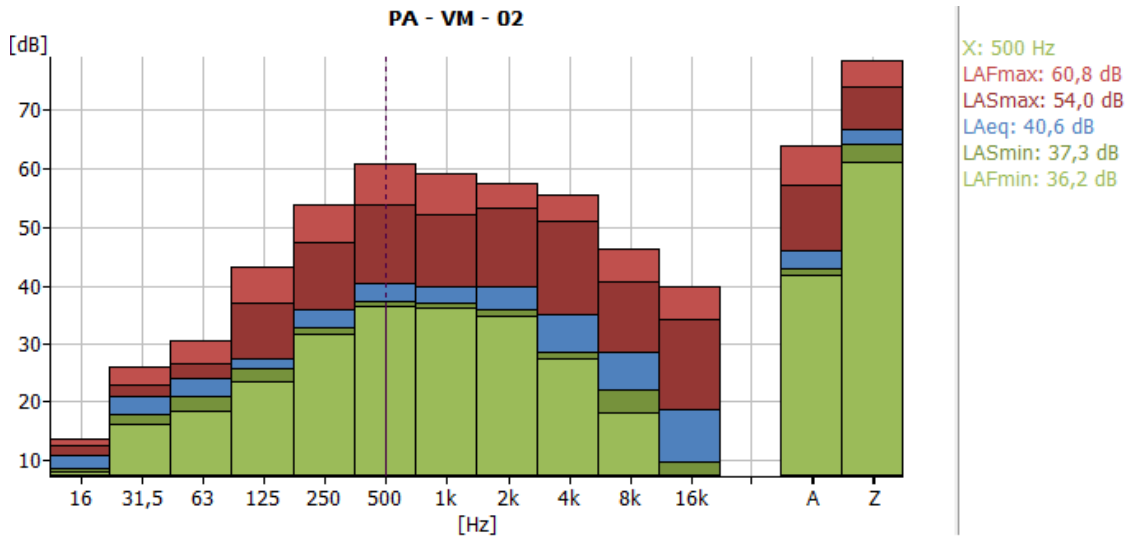


Figura C.2 Gráficas del resultado obtenido de la medición realizada durante el relevamiento 02 en el vestuario femenino y el vestuario masculino del espectro por banda de octava para frecuencias estándar ISO en los puntos de la grilla PA-VF-03 y PA-VM-02 con los valores expresados en dB(A).

#### C.4. Depósito 4 (D4)

El depósito consiste en un área de cincuenta y cinco metros cuadrados. Funciona principalmente como un archivo de la información de la empresa, por lo que no hay personal trabajando de forma continua.

En este lugar, en el relevamiento 01 se midieron dos PM con un valor promedio de 47,4 dB(A). El ruido en esta zona es causado principalmente por el acondicionamiento térmico que se realiza mediante ductos aéreos.

La Tabla C.4 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.4 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 4 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Deposito 4	PA - D4 - 01	48,8	49,3	49,3	48,7	49,3	49,1
2	PA - Deposito 4	PA - D4 - 02	46,5	45,6	45,4	45,4	45,7	Distancia a cajas 40 cm
<b>PROMEDIO</b>							<b>47,4</b>	

### ***C.5. Depósito 5 (D5)***

El depósito 5 consiste en un área de ciento ochenta metros cuadrados. En el mismo se almacenan los productos rechazados para su posterior tratamiento por lo que no se encuentra personal trabajando de forma continua en esta zona.

En el relevamiento 01 en este lugar se midieron dos PM con un valor promedio de 56,1 dB(A). Cada uno de los PM se encontraba enfrenteado a los equipos de aire acondicionado.

La Tabla C.5 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.5 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del depósito 5 con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Deposito 5	PA - D5 - 01	56,4	58,3	57,1	56,5	56,2	<b>56,9</b>
2	PA - Deposito 5	PA - D5 - 02	55,7	56,3	55,4	54,4	54,8	<b>55,3</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>56,1</b>	

### ***C.6. Pasillo (Pas)***

El pasillo tiene un área de sesenta metros cuadrados y comunica todas las áreas del primer piso, con excepción del depósito 3.

En el relevamiento 01, se midieron dos PM con un valor promedio de 48,7 dB(A); el ruido del pasillo está dado únicamente por el ruido de las salas contiguas al mismo.

La Tabla C.6 muestra los resultados obtenidos durante el relevamiento 01. Todos los valores están expresados en dB(A).

Tabla C.6 Tabla de resultados del relevamiento 01 para los puntos del pasillo con los valores expresados en dB(A)

Sector	Nombre	Valor 0	Valor 15	Valor 30	Valor 45	Valor 60	Valor medio	Observaciones
1	PA - Pasillo	PA - Pas - 01	46,9	46,1	47,0	45,9	48,1	<b>46,8</b>
2	PA - Pasillo	PA - Pas - 02	50,5	50,0	50,0	50,8	51,4	<b>50,5</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>48,7</b>	

## ANEXO D. FICHA TÉCNICA PROTECTORES AUDITIVOS

### Fonos 3M™ PELTOR™ H6/OPTIME 95

#### Ficha Técnica



#### Descripción

Los protectores auditivos del tipo fono H6/Optime 95 de 3M™ Peltor™, son fabricados para brindar una efectiva protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los límites establecidos en el Decreto Supremo N° 594, como por ejemplo, 85 dB(A) para exposiciones efectivas a ruido durante 8 hrs.

Este fono cuenta con copas de bajo perfil y puntos pivotantes que permiten a los usuarios inclinar y ajustarlas para mayor comodidad y eficiencia. Sus almohadillas rellenas de líquido y espuma plástica mejoran su adherencia a los costados de la cara y disminuyen la transmisión de calor. Su arnés metálico, fabricado en acero inoxidable, distribuye la presión entregando una mayor comodidad y adaptación a las diversas características antropométricas del cráneo. Además, este arnés resiste torceduras y deformaciones, y mantiene constante la presión a lo largo del tiempo, asegurando de esta forma la mantención de la atenuación entregada.

Estos fonos se encuentran disponibles en 3 versiones: **H6A** (copa H510A y arnés superior), **H6B** (copa H510B y arnés tras la nuca), **H6P3E** (copa H510P3 con ajuste para casco).

#### Atenuación

Los valores medios de atenuación para los fonos H6/Optime 95, según lo establecido en las normas ISO 4869, EN 352 y NCh1331 son los siguientes:

Modelo	Frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H	M	L	SNR
H6A	Atenuac. dB	14,1	11,4	10,7	27,6	32,9	33,6	36,6	35,9	32	25	15	27
	Desv. Est. dB	4,0	4,1	3,6	2,5	2,7	3,4	2,7	3,7				
H6B	Atenuac. dB	13,3	10,9	17,1	25,4	31,5	32,6	36,1	34,8	30	24	15	26
	Desv. Est. dB	4,1	3,5	2,8	1,8	2,6	4,3	3,2	3,6				
H6P3E	Atenuac. dB	13,1	11,2	13,4	26,9	33,9	32,0	33,5	36,9	32	23	15	26
	Desv. Est. dB	2,3	2,0	1,9	1,8	1,9	2,4	1,8	1,8				

De acuerdo a la norma ANSI S3.19-1974, los valores de reducción de ruido NRR para los diversos modelos son:

H6A : 21 dB      H6B : 21 dB      H6P3E : 21 dB

#### Aplicaciones

Los fonos H6/Optime 95 han sido diseñados para aquellos lugares donde, en general, los trabajadores se encuentran expuestos a niveles de ruido cercanos a los 95 dB(A).

No obstante lo anterior, según lo indicado en el Decreto Supremo N° 594, la selección de protección auditiva deberá realizarse de acuerdo a la metodología establecida en la norma chilena NCh1331/4.

#### Modelos H6/Optime 95



H6A  
Arnés Superior  
(180 g.)

H6B  
Arnés tras la nuca  
(165 g.)

H6P3E  
Para casco  
(205 g.)

#### Garantía

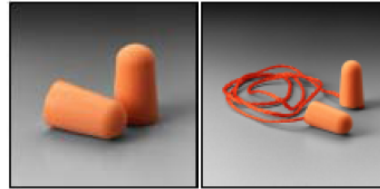
La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica. Ante esto, el cliente deberá presentar su inquietud a nuestro call center (600-300-3636), quienes le informaran como proceder según sea el caso (devolución, reembolso, reemplazo, etc.).

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

Antes de usarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

#### Empaque

Pieza/Bolsa	Bolsa/Caja	Pieza/Caja
1	10	10



## Tapones desechables

### 3M 1100 y 3M 1110

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental

Revisión N°:2

Fecha: Sep./06

#### Hoja Técnica

- Los valores medios de atenuación para los tapones 3M 1100 según lo establecido en la norma IRAM 4060.1 son:

Protector auditivo tipo endoaural autoexpandible										Fecha: 10/03/03
Marca 3M, modelo 1100										
Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRR
Atenuación Sonora Promedio	25,5	30,1	32,6	36,2	39,2	41,1	42,0	39,8	37,0	29
Desvío Estándar [dB]	3,2	3,1	3,0	2,8	2,9	3,1	2,8	3,2	3,1	

La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 29 dB, cuando los protectores están correctamente colocados.

- Los valores medios de atenuación para los tapones 3M 1110 según lo establecido en la norma IRAM 4060.1 son:

Protector auditivo tipo endoaural autoexpandible										Fecha: 10/03/03
Marca 3M, modelo 1110										
Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRR
Atenuación Sonora Promedio	25,7	31,1	33,2	36,6	38,8	41,4	41,2	38,2	37,6	29
Desvío Estándar [dB]	3,1	3,0	2,8	2,6	3,2	2,8	3,1	3,4	3,0	

Atenuación sonora y desvío estándar, según norma IRAM 4060.1  
NRR: Índice de Reducción de Ruido (Noise Reduction Rating), US EPA 40 CFR.

La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 29 dB, cuando los protectores están correctamente colocados.

#### Instrucciones de ajuste

Los tapones deben ajustarse siguiendo las instrucciones que se indican en los gráficos adjuntos. Reajustar los tapones si durante el uso y debido al movimiento se desajustan.

