

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIAL**

**GESTIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN EL
CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA LA
CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTROL DE EMISIONES
VEHICULARES (CCICEV) DE LA ESCUELA POLITÉCNICA
NACIONAL**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (M.Sc.) EN
SEGURIDAD INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES**

GISELA JANNETH CARRERA PROAÑO

DIRECTOR: ING. FRANCISCO XAVIER SALGADO TORRES, MSc.

Quito, agosto 2020

© Escuela Politécnica Nacional (2020)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Gisela Janneth Carrera Proaño, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Gisela Janneth Carrera Proaño

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gisela Janneth Carrera Proaño, bajo mi supervisión.

Ing. Francisco X. Salgado T.

DIRECTOR DE TESIS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Revisión Bibliográfica	1
1.1. Acústica.....	1
1.1.1 Sonido y ruido	1
1.1.2 Propagación del sonido.....	1
1.1.3 Impedancia acústica.....	2
1.1.4 Potencia acústica.....	2
1.1.5 Intensidad acústica.....	3
1.1.6 Presión acústica	4
1.1.7 Adición de niveles de presión acústica.....	5
1.1.8 Directividad	6
1.1.9 Tipos de ruido.....	7
1.2. Anatomía y fisiología del oído	8
1.3. Efectos del ruido en el ser humano	10
1.3.1 Efectos fisiológicos del ruido	10
1.3.2 Efectos psíquicos del ruido.....	11
1.3.3 Factores nocivos del ruido.....	12
1.3.4 Audiometrías	12
1.3.5 Diseño acústico.....	13
1.4. Evaluación de la exposición laboral a ruido	14
1.5. Medidas de prevención y control del ruido	14
1.6. Normativa	15
2. Parte Experimental.....	21
2.1. Identificación de los factores de exposición laboral a ruido.....	22
2.2. Evaluación de la exposición laboral a ruido	23
2.3. Proposición de medidas de prevención y control de exposición laboral a ruido	29
2.4. Estimación de la atenuación efectiva.....	30
3. Resultados y Discusión	31
3.1. Identificación de los factores de exposición laboral a ruido.....	31
3.2. Evaluación de riesgos de la exposición laboral a ruido	42

3.2.1. Resultado del método de evaluación general de riesgos del INSHT.....	42
3.2.2. Resultado de los exámenes médicos auditivos (audiometrías).....	42
3.2.3. Resultado de la toma de datos mediante el sonómetro.....	43
3.2.4. Resultado del tiempo máximo de exposición.....	46
3.2.5. Medida de control en la fuente.....	46
3.2.6. Medida de control en el medio de transmisión.....	47
3.2.7. Medida de control en el receptor.....	50
3.2.7.1. Tiempo de utilización del protector auditivo.....	56
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	61
4.1. Conclusiones.....	61
4.2. Recomendaciones.....	62
Referencias Bibliográficas.....	63
Anexos.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Sensación auditiva con relación al nivel de presión acústica	4
Tabla 1.2.	Coeficientes para reducir o incrementar decibeles al nivel de presión sonora más alto.....	5
Tabla 1.3.	Factores de directividad en función del índice de directividad	7
Tabla 1.4.	Nivel sonoro en función del tiempo de exposición	19
Tabla 2.1.	Relación Probabilidad - Consecuencias para determinar el nivel de riesgo	23
Tabla 2.2.	Valoración, acción y temporización de acuerdo al nivel de riesgo.	24
Tabla 2.3.	Estrategia de medición de acuerdo al patrón de trabajo	25
Tabla 2.4.	Método de medición del ruido.....	28
Tabla 3.1.	Matriz de evaluación de riesgo físico por ruido	42
Tabla 3.2.	Nivel de presión sonora y nivel de presión sonora equivalente ponderada en A por actividad del puesto de trabajo 1	44
Tabla 3.3.	Nivel de presión sonora y nivel de presión sonora equivalente ponderada en A por actividad del puesto de trabajo 2.....	44
Tabla 3.4.	Nivel de presión sonora diario ponderado en A para el puesto de trabajo 1 y 2.....	45
Tabla 3.5.	Tiempo máximo de exposición para la actividad 1	46
Tabla 3.6.	Nivel de atenuación con y sin cabina de insonorización para triangulación vertical.....	47
Tabla 3.7.	Nivel de atenuación con y sin cabina de insonorización para triangulaciones horizontales.....	47
Tabla 3.8.	Nivel de atenuación con y sin revestimiento en fachada frontal de oficinas para triangulación vertical.....	50
Tabla 3.9.	Nivel de atenuación con y sin revestimiento en fachada frontal de oficinas para triangulaciones horizontales	50
Tabla 3.10.	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (Sonis 1, Sonis 2, Sonis C y Sonis 3)	52
Tabla 3.11.	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad	

	y tipo de protector auditivo (3M 1430, 3M 1435, 3M 1440 y 3M 1445)	53
Tabla 3.12.	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (Optime I H510A, Optime I H510B, Optime I H510F y 3M 1100/1110)	54
Tabla 3.13.	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (3M 1120 y 1130, 3M 1261 y 1271, 3M 1281 y 1291 Y 3M 1310 barbilla).....	55
Tabla 3.14.	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (3M 1310 nuca, 3M Ultrafit Y 3M E-A-R Classic).....	56
Tabla 3.15.	Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo Sonis 3.....	57
Tabla 3.16.	Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo Sonis C	57
Tabla 3.17.	Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo 3M 1100/1110	58
Tabla 3.18.	Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo 3M Ultrafit	58
Tabla 3.19.	Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz para los 4 tipos de protectores auditivos seleccionados de acuerdo a la atenuación.....	59
Tabla AV. 1.	Muestreo 1 de la actividad 1 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	89
Tabla AV. 2.	Media de la actividad 1 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	90
Tabla AV. 3.	Media de la actividad 2 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	91
Tabla AV. 4.	Media de la actividad 3 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	91

Tabla AV. 5.	Media de la actividad 4 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	91
Tabla AV. 6.	Media de la actividad 5 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	92
Tabla AV. 7.	Media de la actividad 6 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	92
Tabla AV. 8.	Media de la actividad 7 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	92
Tabla AV. 9.	Media de la actividad 8 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	93
Tabla AV. 10.	Media de la actividad 9 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	93
Tabla AVI. 1.	Muestreo 1_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C.....	94
Tabla AVI. 2.	Muestreo 2_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C.....	94
Tabla AVI. 3.	Muestreo 3_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C.....	95
Tabla AVI. 4.	Media obtenida a partir de tres muestreos_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C	95
Tabla AVI. 5.	Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de aluminio de 1 mm de espesor, triangulación vertical.....	99
Tabla AVI. 6.	Nivel de atenuación debido a pantalla de aluminio de 1mm de espesor a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulación vertical.....	102
Tabla AVI. 7.	Pérdida por transmisión resultante de aluminio y aire, triangulación vertical	101
Tabla AVI. 8.	Pérdida por transmisión resultante de la combinación anterior (aluminio y aire) con losa de hormigón de 300 mm, triangulación vertical.....	101

Tabla AVI. 9.	Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de aluminio de 1 mm de espesor, triangulaciones horizontales en sección de lado menor.....	102
Tabla AVI. 10.	Nivel de atenuación debido a pantalla de aluminio de 1 mm de espesor a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulaciones horizontales en sección de lado menor	103
Tabla AVI. 11.	Pérdida por transmisión resultante de aluminio y aire, triangulaciones horizontales en sección de lado menor.....	102
Tabla AVI. 12.	Pérdida por transmisión resultante de la combinación anterior (aluminio y aire) con losa de hormigón de 300 mm, triangulaciones horizontales en sección de lado menor	103
Tabla AVI. 13.	Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de revestimiento de aluminio y vidrio, triangulación vertical azul.....	105
Tabla AVI. 14.	Nivel de atenuación debido a pantalla de revestimiento de aluminio y vidrio a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulación vertical azul	106
Tabla AVI. 15.	Pérdida por transmisión resultante de aluminio y vidrio, triangulación vertical azul	105
Tabla AVI. 16.	Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de revestimiento de aluminio y vidrio, triangulaciones horizontales, verde y roja.....	106
Tabla AVI. 17.	Nivel de atenuación debido a pantalla de revestimiento de aluminio y vidrio a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulaciones horizontales, verde y roja.....	107
Tabla AVI. 18.	Pérdida por transmisión resultante de aluminio y vidrio, triangulaciones horizontales, verde y roja.	107
Tabla AVII. 1.	Nivel de presión sonora y nivel de potencia sonora a 1 m de la fuente de ruido, media obtenida de 5 muestreos.....	109

Tabla AVII. 2.	Áreas de los distintos materiales que conforman las instalaciones del CCICEV	109
Tabla AVII. 3.	Absorción acústica de un recinto.....	114
Tabla AVII. 4.	Variación del nivel de presión sonora con respecto a la fuente de ruido	114
Tabla AVII. 5.	Variación del nivel de presión sonora equivalente ponderada en A con respecto a la fuente de ruido.....	115
Tabla AVII. 6.	Noice Reduction (NR) desde 1m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente	117
Tabla AVII. 7.	Noice Reduction (NR) con factor de seguridad desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente	118
Tabla AVII. 8.	Área equivalente de absorción desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente	119
Tabla AVII. 9.	Número de paneles de lana de vidrio manto de 100 mm con cubierta perforada 23 % desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente.....	121
Tabla AVII. 10.	Áreas de los distintos materiales que conforman las instalaciones del CCICEV incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión	122
Tabla AVII. 11.	Absorción acústica de un recinto incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión.....	122
Tabla AVII. 12.	Nivel de presión sonora desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión.....	123
Tabla AVII. 13.	Nivel de presión sonora ponderada en A desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión.....	124
Tabla AIX. 1.	Método de bandas de octava, SNR y H, M y L para determinar la estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos SONIS 1 para la actividad 1	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Representación de la directividad de la fuente.....	7
Figura 1.2.	Anatomía, oído externo, medio e interno	9
Figura 1.3.	Pirámide de Kelsen.....	16
Figura 2.1.	Modelo de gestión del riesgo	22
Figura 2.2.	Sonómetro e implementos utilizados para muestreos en el CCICEV	28
Figura 3.1.	Lista de identificación inicial de riesgos sección referente a ruido.....	31
Figura 3.2.	Respuesta a la encuesta: pregunta 1, identificación del personal de acuerdo a su sexo	32
Figura 3.3.	Respuesta a la encuesta: pregunta 2, identificación del personal de acuerdo a su rango de edad	32
Figura 3.4.	Respuesta a la encuesta: pregunta 3, identificación del personal de acuerdo a su área de trabajo	33
Figura 3.5.	Respuesta a la encuesta: pregunta 4, identificación del personal de acuerdo a su jornada laboral	33
Figura 3.6.	Respuesta a la encuesta: pregunta 5, identificación del personal de acuerdo a su estancia laboral	34
Figura 3.7.	Respuesta a la encuesta: pregunta 6 ¿escucha música con audífonos?....	34
Figura 3.8.	Respuesta a la encuesta: pregunta 7 ¿se distrae en bares, discotecas o sitios con ruidos altos?	35
Figura 3.9.	Respuesta a la encuesta: pregunta 8 ¿reside en una zona considerada ruidosa?	35
Figura 3.10.	Respuesta a la encuesta: pregunta 9 ¿logra conciliar el sueño fácilmente?	36
Figura 3.11.	Respuesta a la encuesta: pregunta 10 ¿conoce los riesgos asociados a su trabajo?.....	36
Figura 3.12.	Respuesta a la encuesta: pregunta 11 ¿ha recibido charlas sobre seguridad en el trabajo?	37
Figura 3.13.	Respuesta a la encuesta: pregunta 12 ¿percibe ruido en su lugar de trabajo?	37
Figura 3.14.	Respuesta a la encuesta: pregunta 13 ¿considera que esta acostumbrado/a al ruido en su lugar de trabajo?	38

Figura 3.15.	Respuesta a la encuesta: pregunta 14 ¿se siente estresado/a?.....	38
Figura 3.16.	Respuesta a la encuesta: pregunta 15 ¿considera que el ruido interrumpe sus actividades laborales?	39
Figura 3.17.	Respuesta a la encuesta: pregunta 16 ¿el ruido provoca que levante la voz para comunicarse con sus compañeros?.....	39
Figura 3.18.	Respuesta a la encuesta: pregunta 17 ¿considera que su buen humor ha disminuido debido al cansancio mental?.....	40
Figura 3.19.	Respuesta a la encuesta: pregunta 18 ¿siente fatiga mental al terminar su jornada laboral?	40
Figura 3.20.	Respuesta a la encuesta: pregunta 19 ¿considera que el ruido puede causar daños a la salud?.....	41
Figura 3.21.	Respuesta a la encuesta: pregunta 20 ¿le han realizado exámenes médicos auditivos?	41
Figura 3.22.	Resultados de los exámenes médicos auditivos realizados al personal del CCICEV	43
Figura 3.23.	Variación del nivel de presión sonora con relación a la distancia de alejamiento de la fuente de ruido con y sin paneles acústicos	48
Figura 3.24.	Variación del nivel de presión sonora ponderada en A con relación a la distancia de alejamiento de la fuente de ruido con y sin paneles acústicos	48
Figura 3.25.	Propagación del ruido con y sin paneles acústicos	49
Figura 3.26.	Nivel de ruido con relación a la variación del tiempo en el uso del protector auditivo.....	60
Figura AI. 1.	Lista de identificación inicial de riesgos, sección referente a riesgos.....	72
Figura AII. 1.	Primera parte de la encuesta de 20 preguntas	73
Figura AII. 2.	Segunda parte de la encuesta de 20 preguntas	73
Figura AV. 1.	Curvas de ponderación frecuencia o escalas de ponderación en A, B y C	89
Figura AV. 2.	Nivel de presión sonora sin ponderación, nivel de presión sonora ponderada en A y C por banda de octava y curvas NC para el muestreo 1 de la actividad 1	90

Figura AVI. 1.	Atenuación del sonido en función del número de Fresnel (N) y representación gráfica del recorrido del sonido desde la fuente al receptor al colocar una barrera	97
Figura AVI. 2.	Curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión resultante considerando dos materiales y superficies diferentes	100
Figura AVI. 3.	Pérdidas por transmisión de distintos materiales.....	99
Figura AVI. 4.	Representación gráfica en corte de la barrera de aluminio respecto al receptor y a la fuente de ruido.....	98
Figura AVI. 5.	Representación gráfica en planta de la cabina de insonorización con respecto al receptor y a la fuente de ruido.....	104
Figura AVI. 6.	Representación gráfica de la pantalla de revestimiento, respecto al receptor y a la fuente de ruido	105
Figura AVI. 7.	Fachada de oficinas a revestir, el material propuesto para pared es aluminio de 1 mm, para puertas y ventanas es aluminio de 1 mm y vidrio de 6 mm.	108
Figura AVII. 1.	Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material	110
Figura AVII. 2.	Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material	110
Figura AVII. 3.	Factor de directividad de acuerdo a la ubicación de la fuente de ruido	111
Figura AVII. 4.	Rango Noise Criteria (NC) de acuerdo al tipo de recinto.....	116
Figura AVII. 5.	Noise criteria (NC) por banda de octava.....	116
Figura AVII. 6.	Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material	120
Figura AVII. 7.	Fachada frontal de las instalaciones del CCICEV.....	125
Figura AVII. 8.	Fachada lateral de las instalaciones del CCICEV	125
Figura AVII. 9.	Vista en planta de las instalaciones del CCICEV para indicar la disposición de los paneles acústicos.....	126
Figura AVII. 10.	Corte en la sección x de las instalaciones del CCICEV para establecer disposición, dimensiones y espaciamiento entre los paneles	127
Figura AVII. 11.	Corte en la sección y de las instalaciones del CCICEV para establecer disposición, dimensiones y espaciamiento entre los paneles	127
Figura AVIII. 1.	Protector auditivo tipo orejera SONIS 1	128
Figura AVIII. 2.	Protector auditivo tipo orejera SONIS 2.....	128
Figura AVIII. 3.	Protector auditivo tipo orejera SONIS C.....	129
Figura AVIII. 4.	Protector auditivo tipo orejera SONIS 3.....	129

Figura AVIII. 5.	Protector auditivo tipo orejera 3M 1430.....	129
Figura AVIII. 6.	Protector auditivo tipo orejera 3M 1435.....	130
Figura AVIII. 7.	Protector auditivo tipo orejera 3M 1440.....	130
Figura AVIII. 8.	Protector auditivo tipo orejera 3M 1445.....	130
Figura AVIII. 9.	Protector auditivo tipo orejera Optime I H510A	131
Figura AVIII. 10.	Protector auditivo tipo orejera arnés de nuca Optime I H510B	131
Figura AVIII. 11.	Protector auditivo tipo orejera Optime I Plegable H510F.....	131
Figura AVIII. 12.	Protector auditivo desechable tipo tapón 3M 1100 Y 1110	132
Figura AVIII. 13.	Protector auditivo desechable tipo tapón 3M 1120 Y 1130	132
Figura AVIII. 14.	Protector auditivo tipo tapón 3M 1261 Y 1271	133
Figura AVIII. 15.	Protector auditivo tipo tapón 3M 1281 Y 1291.....	133
Figura AVIII. 16.	Protector auditivo tipo tapón con banda bajo la barbilla 3M 1310 ..	133
Figura AVIII. 17.	Protector auditivo tipo tapón con banda sobre la nuca 3M 1310	134
Figura AVIII. 18.	Protector auditivo tipo tapón 3M Ultrafit.....	134
Figura AVIII. 19.	Protector auditivo tipo tapón 3M E-A-R Classic	134
Figura AX. 1.	Fachada frontal de las instalaciones del CCICEV – EPN.....	136
Figura AX. 2.	Laboratorio de emisiones vehiculares del CCICEV - EPN.....	136
Figura AX. 3.	Desarrollo del ensayo de laboratorio torque y potencia	137
Figura AX. 4.	Preparación para el desarrollo del ensayo de laboratorio lug down .	137
Figura AX. 5.	Preparación para el desarrollo del ensayo de emisión de gases	138
Figura AX. 6.	Preparación para el ensayo de inspección visual	138

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I

Lista de verificación del INSHT, sección referente a ruido 72

ANEXO II

Encuesta para diagnosticar la incidencia de la exposición laboral a ruido en el CCICEV . 73

ANEXO III

Encuestas realizadas al personal del CCICEV 74

ANEXO IV

Audiometrías del personal del CCICEV 84

ANEXO V

Datos obtenidos mediante sonómetro y nivel de presión sonora por escala de ponderación para cada actividad 89

ANEXO VI

Diseño de cabina de insonorización y revestimiento de la fachada para las oficinas 94

ANEXO VII

Paneles acústicos en galpón..... 109

ANEXO VIII

Protectores auditivos tipo orejera y tipo tapón 128

ANEXO IX

Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, método de las bandas de octava, SNR y H, M y L..... 135

ANEXO X

Fotos CCICEV..... 136

GLOSARIO

- **Bandas de octava:** Son intervalos o rangos de frecuencia que forman parte de un sonido o ruido, cada banda se define a partir de dos frecuencias una superior y una inferior siendo la superior el doble de la inferior y octava proviene de hecho de que una de las divisiones considera las ocho notas de la escala diatónica musical (Falagán, 2008, pp. 37, 38).
- **Escalas de ponderación:** Son correcciones que sufre el nivel de presión sonora, para que un instrumento de medida represente de mejor forma el sonido recibido como si se tratase de la percepción de un oído humano (Floría, 2007, p. 79).
- **Espectro de frecuencias:** Se le considera a la representación gráfica formada por un conjunto de frecuencias que componen un sonido, cada frecuencia se representa con una línea cuya altura se determina por el nivel de presión sonora (Jaramillo, 2007, p. 24).
- **H, M y L:** son parámetros de los protectores auditivos para atenuar un sonido a alta, media o baja frecuencia respectivamente (INSHT, 2003, p. 1).
- **L'A:** Es el nivel de presión sonora efectivo ponderado en A y es posible obtenerlo a partir de 3 métodos que describe la NTP 638 para estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos (INSHT, 2003, p. 1).
- **L_{Aeqd} (dBA):** Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A, considerado para la duración de una jornada laboral de 8 horas (Floría, 2007, p. 330).
- **Leq (dBA):** Es el nivel de presión sonora corregido mediante la escala de ponderación expresada como curva A y mide la respuesta del oído humano cuando percibe sonidos de baja intensidad (Falagán, 2008, p. 39).

- **Leq (dBB):** Es el nivel de presión sonora corregido mediante la escala de ponderación expresada como curva B y mide la respuesta del oído humano cuando percibe sonidos de intensidad media (Falagán, 2008, p. 39).
- **Leq (dBC):** Es el nivel de presión sonora corregido mediante la escala de ponderación expresada como curva C y mide la respuesta del oído humano cuando percibe sonidos de gran intensidad (Falagán, 2008, p. 39).
- **Nivel de potencia sonora:** Denominado también como nivel de potencia acústica, según distintos autores se puede representar como SWL, NWA, NWS ó Lw, es una magnitud derivada de la potencia sonora considerada una característica propia de cada fuente sonora se utiliza para determinar la cantidad de energía acústica por unidad de tiempo (Falagán, 2008, p.30).
- **Nivel de presión sonora:** Denominado también como nivel de presión acústica, según distintos autores se pueden representar como SPL, NPA, NPS ó Lp, y es una forma de manifestar la magnitud producida por un campo sonoro (Carrión Isbert, 1998, p. 34).
- **PNR:** Se le denomina a la reducción predicha del nivel de ruido, a partir de la diferencia entre el nivel de presión sonora ponderado en A y el nivel de presión sonora efectivo ponderado en A (INSHT, 2003, p.1).
- **SNR:** Es el índice de ruido único y corresponde a la diferencia entre el nivel de presión sonora ponderado en C y el nivel de presión sonora efectivo ponderado en A (INSHT, 2003, p. 5).
- **TL:** Se define como la pérdida de transmisión del sonido, es el nivel de presión sonora que no se transmite al otro lado de una barrera o división, varía según el tipo de material (Jaramillo, 2007, p. 77).

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en identificar los factores de riesgo que pueden afectar la salud auditiva del personal del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la EPN, para evaluar los riesgos y proponer las medidas de control que permitan el cumplimiento de la normativa vigente respecto a la exposición laboral a ruido en el Ecuador.

En el CCICEV se identificaron dos áreas de trabajo, la técnica y la administrativa conformadas por un total de 19 personas. De todos los puestos de trabajo, 2 son los más críticos en el área técnica, porque la mayor parte de sus actividades las realizan en el laboratorio de emisiones vehiculares, e interactúan directamente con las fuentes de ruido. En el área administrativa, los 9 puestos de trabajo presentan problemas de exposición a ruido por ser homogéneos.

Para el desarrollo, se determinaron las actividades que conforman el patrón de trabajo, se llevó a cabo el muestreo de los niveles de presión sonora por actividad identificada mediante el uso del sonómetro; del análisis de datos, se obtuvo, el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A diario para comparar con el Decreto Ejecutivo 2393, con ello fue posible conocer si existe o no sobreexposición a ruido, y proponer las medidas de control en la fuente, el medio y el receptor.

Las propuestas de control son: colocar una cabina de insonorización a la fuente de enfriamiento; así como, paneles de absorción acústica en el techo del laboratorio de emisiones, y un revestimiento acústico en la fachada frontal de las oficinas; para el receptor que se encuentra en laboratorio, se propone el uso de equipo de protección auditiva individual. Como medidas administrativas se propone llevar a cabo pausas pasivas o activas en lugares libres de ruido, apagar las fuentes de ruido si no se las necesita y avisar a los compañeros de trabajo si se realizará una actividad ruidosa. Como medidas complementarias se recomienda elaborar un plan general de seguridad y salud en el trabajo donde prevalezca la vigilancia de la salud, la formación e información así como la debida señalización.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el avance tecnológico se encuentra estrechamente ligado a la industria, por lo tanto, ésta, crece a pasos agigantados, y lo que a breves rasgos se consideraría como un beneficio para la sociedad, no sería así en todos los aspectos, ya que de forma intrínseca albergaría daños colaterales; entre ellos el ruido, ya que éste afecta a la salud de las personas que se encuentran expuestas y más aún en condiciones laborales.

El ruido laboral muchas veces es subestimado, dado que, los resultados de éste, se presentan luego de largos períodos de exposición, sus alertas son imperceptibles y cuando ya han sido identificadas, pueden haberse convertido en enfermedades profesionales donde los daños son prácticamente irreversibles.

El ruido afecta a la salud, se lo considera perjudicial para cualquier entorno, lo que, exige adoptar medidas de control y programas de vigilancia de la salud, para ello, el esfuerzo y compromiso es fundamental; al crear conciencia en el grupo de trabajo se conseguiría una cultura colectiva de seguridad.

Para un entorno laboral saludable en el CCICEV, es necesario considerar ciertas medidas de prevención y control, para así, disminuir el nivel de ruido que perciben sus trabajadores; una vez desarrollado este trabajo, se propondrán medidas que brindarán un mejor ambiente de trabajo, permitirán disminuir la exposición a ruido laboral a niveles aceptables, se velaría por la salud auditiva de las personas, y a su vez, se cumpliría la normativa ocupacional vigente, es decir, lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393 para Ecuador.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ACÚSTICA

Dentro de la física existe una rama denominada acústica que se encarga del estudio del sonido, considera sus aspectos cualitativos y/o cuantitativos, como la producción, transmisión, almacenamiento, percepción y reproducción del sonido (Avilés y Perera, 2017, p. 4).

1.1.1 SONIDO Y RUIDO

Podría decirse que el sonido se produce por una alteración de la presión atmosférica, debido a que, ciertas partículas se encuentran oscilando, ésto provoca que una onda sonora sea transmitida, y genera una sensación auditiva (Jaramillo, 2007, p. 19).

El ruido está conformado por una serie de sonidos agrupados y no coordinados entre sí, estos sonidos no son entendibles, y producen sensaciones desagradables al oído, además interfieren con las actividades humanas (Falagán, 2008, p. 27).

En un mundo en continua evolución, el ruido se ha convertido en un problema cada vez más preocupante, a partir de éste, se origina la pérdida progresiva de la capacidad auditiva y cada vez es mayor el número de personas afectadas.

Se dice además, que el ruido es considerado como un problema desde hace casi 2 000 años (Baraza, Castejón, y Guardino, 2014, p. 293).

1.1.2 PROPAGACIÓN DEL SONIDO

El sonido, es una onda mecánica que se propaga longitudinalmente en varios medios materiales, entre ellos el agua o el aire; y éste, transmite energía a cierta velocidad (Cromer, 1996, p. 306). Además, si el sonido en su trayectoria se encuentra con materiales separados que posean distinta velocidad de propagación,

parte de la energía que éste posee se transmite y la parte restante se refleja (Kane y Sternheim, 2016, p. 491).

Se considera que la velocidad del sonido difiere según el medio en el que se propaga y depende de la temperatura, pero de manera general se puede decir que la velocidad de propagación del sonido en aire es 340 m/s, en agua 1 435 m/s, en madera 3 900 m/s, en hierro 5 000 m/s, entre otros (Álvarez, 2016, p. 153).

1.1.3 IMPEDANCIA ACÚSTICA

Se refiere a la resistencia u oposición de un medio, ya sea éste, sólido, líquido o gas, a la propagación de ondas sonoras sobre él, además, se define como el cociente entre la presión acústica y la velocidad de movimiento vibratorio, su unidad de medida es el ohmio acústico [g/s cm^2] (Rougeron, 1977, pp. 15, 16).

En el caso de ondas planas, la impedancia acústica, se obtiene del producto entre la densidad y la velocidad de propagación.

La impedancia acústica, varía según el campo acústico, éste puede ser un campo acústico libre, es decir, donde no existe reflexión de sonido; un campo difuso, como cuando las ondas se propagan en todas direcciones, lo que permite que la presión sonora sea igual en todo el recinto; o a su vez una reverberación, una situación donde permanece el sonido aún después de apagar la fuente sonora, debido a que las superficies son reflectantes (Falagán, 2008, p. 30).

1.1.4 POTENCIA ACÚSTICA

Es considerada una característica de cada fuente sonora indistintamente de su ubicación, se refiere a la cantidad de energía que emite la fuente en una unidad de tiempo.

La potencia acústica mantiene un campo muy amplio, mismo que se considera desde 10^{-12} W hasta 10 kW por tal motivo se trabaja con el nivel de potencia acústica mediante la Ecuación 1.1

$$L_w = 10 \times \log\left(\frac{W}{W_0}\right) \quad [1.1]$$

Donde:

L_w es el nivel de potencia acústica [dB]

W_0 es la potencia acústica de referencia de 10^{-12} [W]

W es la potencia acústica de la fuente sonora [W]

El nivel de potencia acústica ponderada en A se obtiene a partir del nivel de presión sonora ponderada en A y su unidad de medida es el dBA, con esto se puede determinar la magnitud de un problema de ruido mediante la comparación entre fuentes sonoras y conocer su agresividad acústica (Falagán, 2008, pp. 30, 31).

1.1.5 INTENSIDAD ACÚSTICA

Es la característica que tiene el sonido para que una persona lo perciba como fuerte o débil, por lo tanto, es la cantidad de energía por unidad de tiempo que puede atravesar una unidad de superficie que se encuentra perpendicular a la dirección de propagación de las ondas sonoras, su unidad de medida es W/m^2 .

El sonido será más intenso mientras las capas de aire producto de las compresiones y dilataciones sea más fuerte, por lo tanto, la intensidad sonora si difiriere de un sitio a otro, además se dice que dentro de la escala de intensidades, el umbral auditivo es de $10^{-12} W/m^2$ y el umbral doloroso es $25 W/m^2$.

En esta definición se emplea el nivel de intensidad acústica mediante la Ecuación 1.2.

$$L_I = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad [1.2]$$

Donde:

L_I es el nivel de intensidad acústica [dB].

I_0 es la intensidad acústica de referencia de 10^{-12} [W/m^2].

I es la intensidad acústica [W/m^2].

La intensidad acústica de referencia, corresponde a 0 dB en la escala de decibelios, el decibelio es una unidad adimensional, considerada una herramienta que relaciona el logaritmo de una cantidad medida con otra de referencia para facilitar la interpretación de los resultados pero, no es una característica propia de un fenómeno sonoro (Baraza et al., 2014, p. 304).

1.1.6 PRESIÓN ACÚSTICA

Es la energía acústica por unidad de superficie, ésta es la magnitud más fácil de obtener y la más empleada, se expresa en Pascales; en cuanto al intervalo de presión sonora o umbral auditivo que una persona con oídos sanos puede percibir y tolerar se encuentra entre 2×10^{-6} a 200 Pa, si el valor fuera superior a éste último, la persona se encontraría en un umbral doloroso que le provocaría lesiones irreversibles.

Debido a que el oído responde de forma logarítmica con relación al ruido de un estímulo aplicado, entonces las medidas acústicas se representan en forma logarítmica, de tal forma que, puedan llegar a ser manejables y de fácil interpretación como se puede observar en la Tabla 1.1 (Falagán, 2008, p. 32).

Tabla 1.1 Sensación auditiva con relación al nivel de presión acústica

Presión Acústica (μPa)	Nivel de Presión Acústica (dB)	Sensación
2×10^8	140	Intolerable
2×10^7	120	Doloroso
2×10^6	100	Muy ruidoso
2×10^5	80	Ruidoso
2×10^4	60	Ruido moderado
2×10^3	40	Ruido bajo
2×10^2	20	Silencio
20	0	Umbral de audición

Fuente: (Falagán, 2008, p. 32).

Entonces se define al nivel de presión sonora como indica la Ecuación 1.3

$$L_p = 10 \times \log \left(\frac{P_{ef}}{P_0} \right)^2 \quad [1.3]$$

Donde:

L_p es el nivel de presión sonora [dB].

P_{ef} es la presión eficaz que caracteriza a la onda [Pa].

P_0 es la presión de referencia de $2 \cdot 10^{-5}$ [Pa].

1.1.7 ADICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA

Si se tiene varias fuentes de ruido cuyas presiones acústicas son distintas, entonces se debe realizar una suma, pero no aritmética ya que solo con las intensidades acústicas es posible realizar dicha operación, en el caso de las presiones acústicas, se realiza una suma logarítmica, donde una variación mínima expresada en decibelios, puede representar una gran cantidad en energía de un ruido, lo que a su vez se traduce en mayor agresividad acústica (Cortés, 2009, p. 427). Para combinar los niveles sonoros de dos fuentes distintas también se puede hacer uso de la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Coeficientes para reducir o incrementar decibeles al nivel de presión sonora más alto

Diferencia en decibeles	Número de decibeles para añadir al nivel más alto
0	3,0
1	2,6
2	2,1
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1,0
7	0,8
8	0,6
10	0,4
12	0,3
14	0,2
16	0,1

Fuente: (Henao, 2014a, p. 30)

La Tabla 1.2 puede ser empleada tanto para la adición como para la sustracción de niveles de presión sonora. Si se va a efectuar una adición, se determina la diferencia de decibeles entre las dos fuentes de ruido, se observa la Tabla 1.2 y se obtiene el valor correspondiente para añadir al nivel de presión sonora más alto; para el caso de sustracción en cambio, se retira el valor correspondiente de la Tabla 1.2, al nivel de presión sonora más alto (Henaó, 2014, pp. 30, 31).

1.1.8 DIRECTIVIDAD

No siempre una fuente sonora emite una onda acústica en todas direcciones por lo tanto mediante el índice de directividad y el factor de directividad es posible conocer en qué dirección la fuente sonora emite mayor energía y cuál es su magnitud.

De esto se obtiene que el índice de directividad o direccionalidad se determina a partir de la Ecuación 1.4

$$DI = 10 \times \log(Q) \quad [1.4]$$

Donde:

DI es el índice de directividad

Q es el factor de directividad

Como el factor de directividad se vincula directamente con el índice de directividad entonces la Ecuación 1.5 es posible emplear.

$$Q = 10^{0.1 \times DI} \quad [1.5]$$

Donde:

DI es el índice de directividad

Q es el factor de directividad

A partir de las ecuaciones anteriores, se obtiene la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Factores de directividad en función del índice de directividad

DI (dBA)	Q
-10	0,1
-6	0,2
-3	0,5
0	1,0
3	2,0
5	3,0
6	4,0
8	6,0
9	8,0
10	10,0
13	20,0

Fuente: (Falagán, 2008, p. 34).

En la Figura 1.1 se puede observar de forma gráfica el comportamiento del ruido según el factor e índice de directividad.

**Figura 1.1.** Representación de la directividad de la fuente

(Castillo y Juárez, 2014, p. 27)

1.1.9 TIPOS DE RUIDO

De acuerdo a la NTP 270 “Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos”, se considera cuatro tipos de ruido, entre ellos, el ruido estable, periódico, aleatorio y de impacto. Las particularidades de cada uno radican

en la diferencia entre los valores máximo y mínimo en el nivel de presión sonora ponderada en A.

Es por ello, que el ruido estable es considerado constante, ya que, la diferencia entre el valor máximo y mínimo en el nivel de presión sonora ponderada en A debe ser inferior a 5 dB; para el ruido periódico esta diferencia debe ser igual o superior a 5 dB y debe poseer una cadencia cíclica, de igual forma que el caso anterior, su diferencia puede ser superior o igual a 5 dB pero a su vez el nivel de presión sonora ponderada en A debe variar de forma aleatoria con el tiempo.

En el caso del ruido de impacto no tiene similitud con ninguno de los casos anteriores ya que su nivel de presión sonora decrece exponencialmente en función del tiempo, siendo su duración menor a 1 s (INSHT NTP 270, s/f, pp. 1, 2).

1.2 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL OÍDO

Una persona puede mantener el equilibrio y la audición gracias al oído, un órgano sensorial que consta de tres partes:

- El oído externo: Se encuentra formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo
- El oído medio: Consta de una cavidad timpánica, dentro de esta cavidad se encuentran los huesecillos martillo, yunque y estribo, que permiten unir la membrana timpánica con el oído interno
- Oído interno: Posee el aparato sensorial formado por cavidades y el laberinto óseo, en la parte anterior de este último, se encuentra la cóclea y el órgano real de la audición en forma de espiral y en su parte posterior el vestíbulo y los canales semicirculares encargados del equilibrio.

Mediante la Figura 1.2., es posible identificar cada elemento que compone el oído del ser humano.

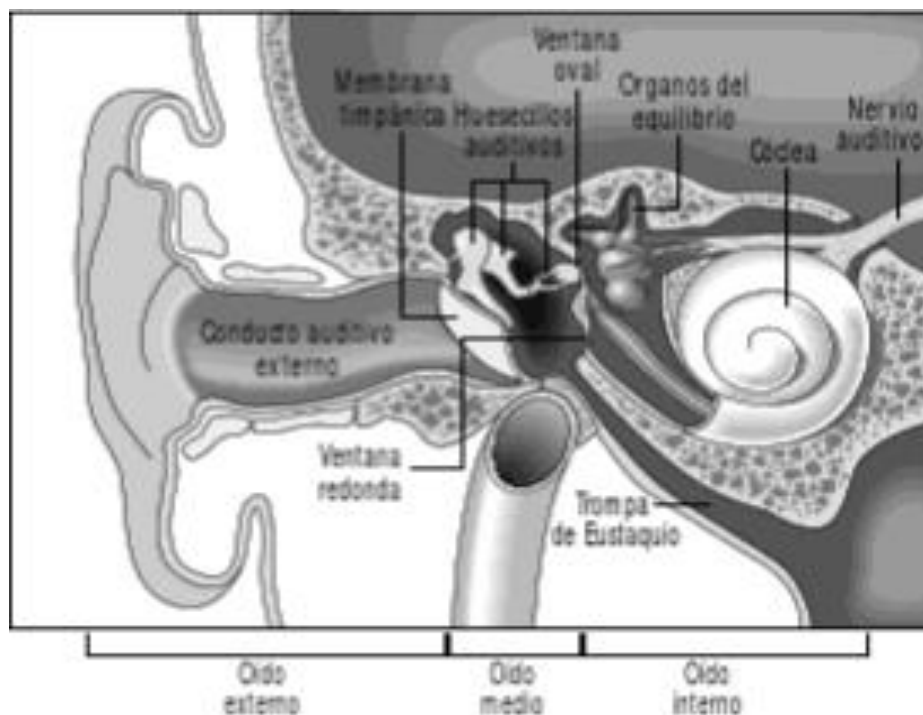


Figura 1.2. Anatomía, oído externo, medio e interno

(Savolainen, 2012, p. 5)

Luego de conocer brevemente la anatomía del oído, se dice que, los estímulos acústicos se transducen por el órgano de Corti que se encuentra en el canal coclear, donde 3 500 células ciliadas mantienen una sinapsis con el 90 % aproximadamente de las 30 000 neuronas auditivas primarias, siendo éstas de importancia crítica ya que la información auditiva es transducida por 15 000 de estas células.

Con ello las ondas sonoras atraviesan el oído externo y medio e inciden sobre la membrana timpánica mediante la vibración, el área de esta membrana es 16 veces mayor que el área del pie del martillo mismo que se combina con los huesecillos que actúan como un sistema de amplificación haciendo que la presión sonora se incremente en 22 veces.

El índice de transmisión óptimo se encuentra entre 1 000 a 2 000 Hz debido a la frecuencia de resonancia del oído medio. Como la vibración es transmitida al estribo, éste presenta un reflejo de atenuación para proteger al oído interno cuando los niveles acústicos son elevados. Además, el nervio coclear consta de terminaciones nerviosas y 30 000 axones, que se extienden a lo largo del conducto

auditivo interno hasta llegar a las estructuras centrales del tronco encefálico, sus fibras auditivas alcanzan el lóbulo temporal; lugar que se encarga de percibir los estímulos acústicos dentro de la corteza cerebral (Savolainen, 2012, pp. 4, 5).

1.3 EFECTOS DEL RUIDO EN EL SER HUMANO

Múltiples han sido los efectos que se atribuyen a la exposición a ruido, pero el más representativo, es el efecto fisiológico, éste, se puede obtener del uso de equipo instrumental, y generalmente su resultado es el deterioro de la audición, mientras que, los efectos psicológicos dependen de la respuesta subjetiva de las personas, mismos que se pueden obtener de un análisis estadístico para el estudio de los efectos denominados, molestia, irritación, interferencia en la comunicación, alteraciones del sueño, etc.

El malestar es considerado como un efecto muy común que además se encuentra relacionado a ciertos factores como intranquilidad, inquietud, depresión, ansiedad, entre otros. Este efecto puede llegar a ser variable, depende de algunas características del ruido existente, entre ellas la intensidad.

Otro efecto es la interferencia de la comunicación, para que exista una conversación moderada en la que la inteligibilidad sea de alrededor del 80 % es necesario que el nivel de presión sonora de la conversación sea mayor a 12 dBA con relación al ruido de fondo (Chávez, 2006, pp. 42 – 46).

El profesor Tremolieres indica que al considerar los efectos patológicos, cerca del 30 % del envejecimiento prematuro, el 80 % de las jaquecas y el 52 % de los trastornos de memoria, son causados por el ruido (Ramírez, 1991, p. 161).

1.3.1 EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RUIDO

La sordera en los trabajadores, se debe a la exposición prolongada a ruidos elevados, que causan lesiones auditivas que progresan a lo largo del tiempo. El daño empieza cuando algunas células ciliares se desgastan, siendo poco notorio al

principio, luego, el cerebro tiene problemas al recibir la información, porque muchas de sus células se ven afectadas, y es aquí, donde la persona nota que no le es posible seguir una conversación, debido a la interferencia del ruido de fondo, o la confusión con ciertas sílabas de las palabras, etc.

La sordera generalmente se presenta a frecuencias relativamente altas, alrededor de 4 000 Hz y avanza a frecuencias menores. Cuando el oído recibe una fuerte carga sonora, desplaza temporalmente el umbral auditivo, es decir el oído se ensordece como medio de defensa y posteriormente con el paso de horas, días o semanas, según la magnitud de la carga sonora, este se recupera si el individuo se mantiene en un ambiente auditivo sano, pero si el oído no ha tenido el tiempo suficiente para recuperarse, las células ciliares sufrirán un daño irreversible, este tipo de daño también se da, y de forma instantánea, cuando existe exposición a ruidos de impacto o de impulso donde el nivel de presión sonora ponderado en A es mayor a 130 dBA.

Si pese a los síntomas la persona no ha recibido tratamiento y sigue exponiéndose a ruido de manera continua, entonces empezará a oír silbidos o zumbidos, síntomas que llegan a sentir cerca del 54 % de las personas expuestas laboralmente a ruidos elevados alrededor de una década, de forma continua.

Debido a que el ruido no es la única causa de sordera, pueden influir otros factores, entre ellos la sensibilidad del individuo, otoesclerosis, envejecimiento prematuro del oído, herencia familiar, infecciones auditivas, medicamentos ingeridos, traumatismos craneales, etc. (Henao, 2015b, pp. 328, 329).

1.3.2 EFECTOS PSÍQUICOS DEL RUIDO

Los efectos psíquicos se ven reflejados en el estado de ánimo de los trabajadores, la molestia que sienten o la variación de su efectividad.

Cuando se ve afectado el estado de ánimo de una persona, el ruido influye causando fatiga mental, incrementando la ansiedad; las personas se encuentran

distraídas o irritadas, el signo de molestia por su parte es más fácil de detectar pero es relativo a la persona ya que unos pueden sentirse más molestos que otros, y en cuanto a la efectividad, ésta se verá reducida y por ende la persona disminuirá su rendimiento y eficacia en sus labores, además, el ruido puede generar fuertes tensiones emocionales que pueden generar ciertos conflictos, ya sea en el hogar, trabajo, etc. (UNAM, 2006, pp. 405, 406).

1.3.3 FACTORES NOCIVOS DEL RUIDO

El ruido no desencadena los mismos efectos en todos los trabajadores, por lo tanto las pérdidas auditivas causadas por el ruido se presentarán en mayor o menor medida, de acuerdo a varios factores como:

- Intensidad de ruido
- Rango de frecuencias
- Exposición diaria
- Exposición prolongada
- Tipo de ruido
- Susceptibilidad de cada trabajador
- Género
- Edad
- Afecciones previas del oído
- La eficiencia de métodos de protección auditiva adoptados
- El tipo de aficiones o hobbies que desempeñan los trabajadores, entre otros

La variación de los factores presentes en la evaluación, permitirán conocer la situación del personal expuesto, pero no será la misma para todos los casos.

1.3.4 AUDIOMETRÍAS

Son evaluaciones médicas que se realizan en los oídos de las personas, éstas, pueden ser de detección selectiva o diagnóstica, siendo esta última, la empleada en trabajadores expuestos laboralmente a ruido.

Para este tipo de evaluación médica es necesario el uso de un audímetro que determina el umbral auditivo a tonos puros, entre 250 y 8 000 Hz, donde el nivel de sonido oscila entre -10 y 110 dBA; cada oído es evaluado por separado y los resultados se plasman en una gráfica denominada audiograma.

Si en el audiograma se observa un descenso en la curva a 4 000 Hz, quiere decir que la persona se encuentra expuesta laboralmente a ruido, siendo, una característica especial que se presenta de forma particular solo en exposición laboral; luego puede avanzar a 3 000 Hz, y el descenso de la curva a estas frecuencias supone un problema; ya que, son frecuencias esenciales para poder comprender una conversación.

Generalmente la pérdida auditiva ocurre de forma bilateral, y solo en casos particulares se presenta de forma asimétrica o unilateral, el resultado de la pérdida auditiva se puede obtener mediante varios métodos; uno de ellos es el cálculo típico de la pérdida funcional a partir de un audiograma, que se muestra en el capítulo 11 de la enciclopedia de la OIT (Savolainen, 2012, pp. 8, 9).

Con este cálculo se puede obtener el porcentaje de pérdida unilateral a partir de los resultados obtenidos en el audiograma para frecuencias de 500, 1 000, 2 000 y 3 000 Hz y para determinar el porcentaje de pérdida bilateral se emplean los resultados del porcentaje de pérdida unilateral de ambos oídos.

1.3.5 DISEÑO ACÚSTICO

El objetivo de un diseño acústico en la industria debe enfocarse en la disminución del ruido repartiendo de manera uniforme la energía sonora. Generalmente se inicia con el control del ruido en la fuente, posteriormente se encapsulan o aíslan los ruidos cercanos, iguales y constantes, ya que generan una mayor dificultad al tratarlos que los ruidos de distinta intensidad o intermitentes, debido a su naturaleza (Menéndez, 2008, pp. 311 – 316).

1.4 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

Dentro de la evaluación de la exposición laboral a ruido, existen, la evaluación al lugar de trabajo o la evaluación de riesgos.

La evaluación al lugar de trabajo se ejecuta de una forma más amplia donde se identifican los posibles peligros, para, de alguna forma mejorar la situación en el trabajo, se analiza el riesgo de forma cualitativa o cuantitativa desde el punto de vista de seguridad y salud así como bienestar en el trabajo, puede llevarlo a cabo un especialista y se centra principalmente en los aspectos positivos de la parte interesada ya sea el trabajador o el empleador.

Para la evaluación de riesgos, en cambio se requiere de una definición precisa de lo que se va evaluar, necesariamente se requiere un análisis cuantitativo, y se centra en los peligros y riesgos asociados con la seguridad de una forma técnica, necesariamente lo realiza un especialista y su objetivo es determinar los resultados negativos para así poder brindar soluciones desde un punto de vista técnico (Rubio, 2004, p. 11).

Por lo tanto la evaluación de riesgos pretende determinar la magnitud de los riesgos que no pudieron ser eliminados para así decidir las medidas que se propondrán a partir de su valoración.

1.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL RUIDO

Pese a que el nivel de ruido y sus características difieran con relación al ambiente de trabajo donde se producen, los métodos para su control son los mismos (Ochoa y Bolaños, 1990, p. 96).

Lo que quiere decir, es que, siempre se puede solucionar un problema de ruido asociado a una máquina ruidosa que no pueda ser sustituida, por lo tanto, se recomienda reubicar o encapsular el ruido, plantear soluciones ingenieriles u organizativas, etc.

Dentro de las opciones para control de ruido se encuentran: el uso de materiales absorbentes, ya sea para aislar a una sola máquina o a todo un recinto, disminuyendo así, la presión sonora en el lugar, o a su vez se considera medidas organizativas para limitar la exposición, donde las variables serían el tiempo, la intensidad o ambas, de igual forma, se organizaría la jornada laboral tal que exista una rotación del personal o se realicen los descansos en ambientes silenciosos y así, los trabajadores laborarían en un ambiente más seguro.

1.6 NORMATIVA

En esta sección se considera la denominada teoría pura del derecho de Hans Kelsen, esta se generó a partir de un método jurídico que pretendía eliminar ciertas influencias, de tipo sociológico, teológico, psicológico o de otro tipo, destacando de ello tres aspectos importantes:

- Que sea una norma del deber ser y no del ser, es decir, una norma que ofrezca los mismos derechos a todas las personas que hagan uso de ella sin ningún tipo de influencia.
- Que debería prevalecer el ordenamiento jurídico, de tal forma que, de una norma fundamental se deriven otras normas, denominadas de conjunto.
- Que en el ordenamiento jurídico debería prevalecer la jerarquía, es decir que, toda norma de conjunto inferior debe ser autorizada por una superior, considerando una meta el ordenamiento internacional, con la idea de mantener la paz universal en el ámbito jurídico (Duarte De Fex, 1998, p. 4).

Es por ello que a partir de esta teoría se puede evidenciar una pirámide jerárquica como se observa en la Figura 1.3.

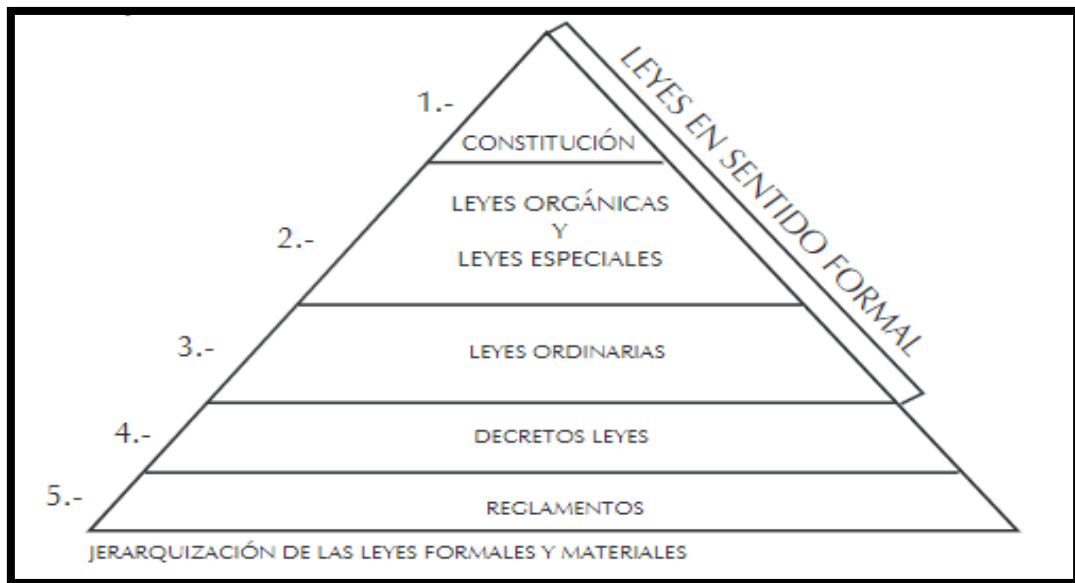


Figura 1.3. Pirámide de Kelsen

(UTPL, 2009, p. 39)

Para solventar el marco legal en este proyecto, los documentos de respaldo distribuidos de forma jerárquica son:

- Constitución de la República del Ecuador (Estado Ecuatoriano a, 2020, pp. 17, 18, 101, 111).

Art. 33.- El estado garantizará el desempeño de un trabajo saludable

Art. 325.- El estado garantizará el trabajo en todas sus modalidades

Art. 326 (5).- Todas las personas tienen derecho a realizar sus labores en un ambiente que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar

Art. 363 (1).- El estado es responsable de formular políticas que fomenten las prácticas saludables en el ámbito familiar, laboral y comunitario

- Acuerdo Internacional, Decisión 584 (Consejo Andino a, 2020, pp. 6 - 8)

Art. 11 (b).- Identificar y evaluar riesgos de forma inicial y periódica para planificar acciones preventivas

Art. 11 (c).- Combatir y controlar los riesgos en el origen, en el medio y en el trabajador procurando el control colectivo sobre el individual

Art. 11 (f).- Llevar un registro y un sistema de notificación sobre accidentes, incidentes o enfermedades laborales, registrar y socializar las evaluaciones de riesgos realizadas así como las medidas de control propuestas

Art. 11 (g).- Investigar y analizar los accidentes, incidentes o enfermedades con la finalidad de conocer las causas por las que se originaron y adoptar acciones preventivas y correctivas

Art. 11 (h).- Informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que se encuentran expuestos y capacitarlos, con el fin de prevenir, minimizar o eliminar dichos riesgos

Art. 14.- Los empleadores son responsables de someter a los trabajadores a exámenes médicos de inicio, periódicos y de retiro

Art. 22.- Los trabajadores tienen derecho de conocer los resultados de los exámenes médicos realizados

- Acuerdo Internacional, Decisión 957 (Consejo Andino b, 2020, pp. 1,2,3,5)

Art. 1 (b).- En el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, considerando la gestión técnica, identificar los factores de riesgo, evaluarlos, controlarlos y hacer seguimiento de las medidas de control

Art. 5 (h).- El servicio de salud en el trabajo debe vigilar la salud de sus trabajadores

Art. 5 (k).- Informar, formar y educar a los trabajadores en materia de seguridad y salud

Art. 5 (n).- Mantener registros y estadísticas sobre enfermedades profesionales o accidentes laborales que se han producido

Art. 17.- Los resultados de las evaluaciones médicas deben ser informados a los trabajadores y deben constar en su historia médica

- Convenio 148 (OIT, 2020, pp. 1 - 5)

Se refiere a la protección para trabajadores contra los riesgos laborales debidos a la contaminación del aire, de ruido o vibraciones en el sitio de trabajo.

- Ley Orgánica de Salud (Congreso Nacional, 2020, pp. 21, 22)

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, entre otras, deben cumplir con las normas y reglamentos sobre prevención y control para evitar la contaminación por ruido, para evitar afectar a la salud humana

Art. 118.- Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores mediante información, equipos de protección, ambiente de trabajo seguro, y vestimenta adecuada para prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes o enfermedades laborales

- Código del trabajo (H. Consejo Nacional, 2020, pp. 18, 24, 101, 102, 114, 117)

Art. 38.- Los riesgos que provienen del trabajo es responsabilidad del empleador y si el trabajador sufre daño el empleador está en la obligación de indemnizarle siempre que el IESS no haya concedido ya el beneficio

Art. 45 (i).- Se debe sujetar a las medidas higiénicas y de prevención impuestas por las autoridades

Art. 347.- Riesgo de trabajo como eventualidad que daña al trabajador con ocasión o consecuencia de su actividad

Art. 349.- Las enfermedades profesionales son causadas de manera directa por la labor del trabajador y produce incapacidad.

Art. 410.- Los empleadores deben asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no representen peligro para su salud o vida, y los trabajadores deben acatar las medidas de seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador.

Art. 434.- En todo lugar que trabajen más de 10 personas se debe elaborar y someter a aprobación por parte del ministerio del trabajo el reglamento de higiene y seguridad, mismo que será renovado cada dos años

- Decreto Ejecutivo 2393 (Estado Ecuatoriano b, 2020, pp. 5, 7, 20, 21, 61, 62, 65, 69)

Art. 11 (5).- Los empleadores deben entregar equipo de protección y vestimenta gratuito

Art. 14.- Todo centro de trabajo que cuente con más de 15 trabajadores deberá contar con un comité de seguridad e higiene en el trabajo

Art. 53 (4).- En los procesos industriales donde existan o liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, las medidas de prevención se aplicarán primero en su generación, después en su emisión y por último en su transmisión, si no resultare como solución el personal deberá usar equipo de protección personal o exposición limitada al contaminante

Art. 55 (6).- Se establece el valor máximo para el nivel de presión sonora diario ponderado en A y este es de 85 dBA

Art. 55 (7).- Establece el nivel de presión sonora ponderado en A frente al tiempo de exposición jornada hora como se observa en la Tabla 1.4, además también considera lo referente a ruido de impacto.

Tabla 1.4. Nivel sonoro en función del tiempo de exposición

Nivel Sonoro	Tiempo de exposición
dB (A - lento)	horas
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: (Entidades Gubernamentales 1986, p. 30)

Art. 175.- Se refiere a las disposiciones generales en lo referente a protección personal

Art. 179.- Se refiere a las disposiciones específicas para protección auditiva

Art. 187 (c).- Es prohibido que los empleadores permitan el desempeño de las labores a trabajadores sin el uso de su equipo de protección personal

- Acuerdo Ministerial 1404 (Ministerio del trabajo y bienestar social a, 2020, p. 6)

Art. 11. N. 2 (b).- Se relaciona al cumplimiento en cuanto a la realización del examen médico preventivo anual, de seguimiento así como la vigilancia de la salud a los trabajadores

Art. 11. N. 3 (c).- Se relaciona a la investigación de las enfermedades ocupacionales que pueden llegar a presentarse para un puesto de trabajo

Art. 11. N. 4 (a).- Socializar los conocimientos necesarios para prevención de enfermedades y accidentes

Art. 11. N. 4 (b).- Organizar programas para educarse en materia de seguridad y salud en el trabajo, mediante charlas, conferencias, etc.

- Acuerdo Ministerial 135 (Ministerio del trabajo b, 2020, p. 7)

Art. 10.- Se refiere a las obligaciones en cuanto a seguridad, salud del trabajo y gestión integral de riesgos, para el registro, aprobación, notificación o reportes de obligaciones en cuanto a temas relacionados a seguridad y salud laboral

- Resolución C.D. 513 (Seguro general de riesgos del trabajo, 2020, pp. 10, 23, 24, 25)

Art. 6.- Se refiere a las enfermedades profesionales u ocupacionales

Art. 51.- Se refiere a la prevención de riesgos del trabajo

Art. 53.- Se refiere a los principios de la acción preventiva

Art. 55.- Se refiere a los mecanismos de la prevención de riesgos laborales

Art. 57.- Se refiere a la evaluación de la prevención de los riesgos laborales

2 PARTE EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del presente trabajo, la visita a las instalaciones del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional, era un paso fundamental; luego de la primera visita, se determinó a breves rasgos que existían problemas relacionados a exposición laboral por ruido, posterior a ello, se consideró llevar a cabo una investigación de campo para estudiar la situación de forma técnica y así diagnosticar cuales podrían ser las necesidades del lugar.

Básicamente el CCICEV se encarga de evaluar la conformidad de los componentes o sistemas de los vehículos, mediante simple inspección o ensayos de laboratorio, ya sea en proyectos de investigación, revisión técnica vehicular, laboratorio de emisiones, evaluación de vehículos nacionales e importados.

Una vez confirmada y respaldada la presencia de ruido laboral mediante la lista de verificación y el muestreo de datos, se estableció llevar a cabo una investigación, cuyo caso particular, fue gestionar la exposición laboral a ruido, donde el nivel de medición y análisis de la información recabada fue cualitativa y cuantitativa, en cuyo caso las variables procedieron de un estudio no experimental que a su vez fue observacional, prospectivo, transversal y descriptivo, además, el método empleado a lo largo de la investigación fue deductivo.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, s.f., p. 1), el objetivo de identificar los peligros asociados al trabajo, consiste en:

- Eliminar los factores de riesgo fáciles de suprimir
- Evaluar los riesgos que no es posible suprimir
- Planificar y/o proponer la adopción de medidas de control

Para establecer de forma clara y ordenada los pasos a seguir para la gestión de la exposición laboral a ruido, se eligió como la opción más acertada el modelo de gestión del riesgo que indica la Figura 2.1, basado en el libro Seguridad e Higiene de Cortés aplicado a ruido laboral (Cortés, 2012, p. 130)

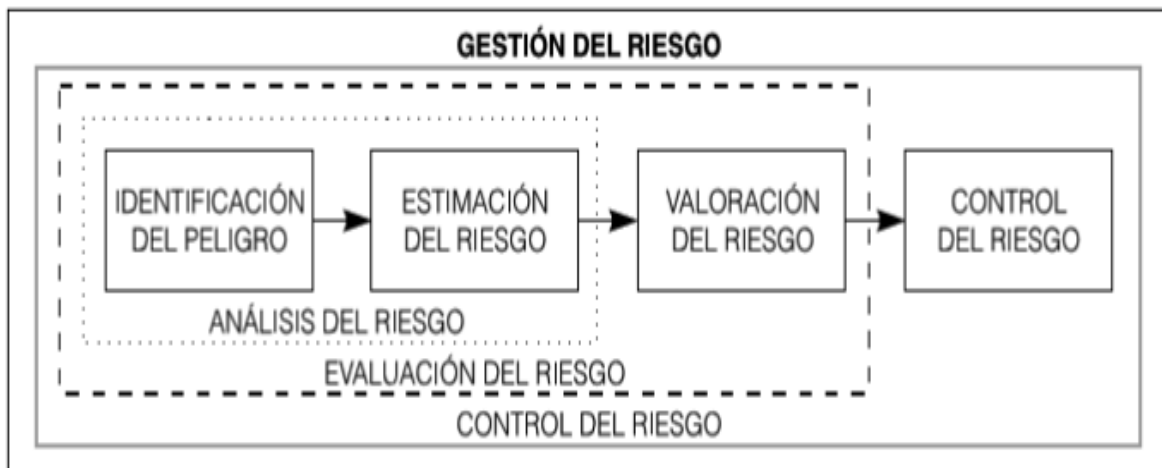


Figura 2.1. Modelo de gestión del riesgo

(Cortés, 2012, p. 130)

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

Para la identificación de los factores de exposición laboral a ruido, el uso del método más práctico, era el basado en la evidencia, que para efectos del proyecto fue empleado mediante la lista de verificación del “Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME” (INSHT, 2003, p. 17) únicamente la sección referente a ruido; se empleó un manual PYME, debido a que el número de personas que laboran en el CCICEV es menor a 50, la lista de verificación se puede observar en el Anexo I.

Luego, se elaboró una encuesta, para sondear de manera cualitativa la incidencia del ruido laboral en las personas que forman parte del CCICEV.

Esta encuesta contó con 20 preguntas de opción múltiple para facilidad de diagnóstico. El objetivo de la encuesta fue conocer la jornada laboral, el área de trabajo, la permanencia laboral, edad, entre otros, como se puede observar en el Anexo II.

La documentación histórica proporcionada por el CCICEV permitió identificar los puestos de trabajo, así como los servicios que ofrece y la demanda por año, en

cuanto a la documentación histórica relacionada específicamente a seguridad y salud laboral no ha sido generada todavía por el CCICEV, por lo tanto, los trabajadores fueron sometidos a audiometrías para conocer el estado de salud de sus oídos. Y a la vez se realizó la primera toma de datos mediante sonómetro para determinar el grado de exposición a ruido laboral.

2.2 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

Para evaluar la exposición laboral a ruido, se consideró el método de evaluación general de riesgos del INSHT / INSSBT, o actualmente INSST como primera opción por facilidad de interpretación; al ser un método general, puede ser aplicado a todo tipo de riesgo, ya sea que éste se encuentre respaldado por un método de evaluación específico o no.

El método de evaluación general de riesgos del INSHT, relaciona la probabilidad y consecuencia para determinar el nivel de riesgo, e interpretar el mismo, como se presenta en la Tabla 2.1; después, se observaron las acciones propuestas según su valoración como lo muestra la Tabla 2.2.

Tabla 2.1 Relación probabilidad - consecuencias para determinar el nivel de riesgo

INSHT		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente:(INSHT, 2000, p. 6)

Tabla 2.2. Valoración, acción y temporización de acuerdo al nivel de riesgo.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: (INSHT, 2000, p. 7)

Luego de obtener la valoración de forma cualitativa, se llevó a cabo una valoración cuantitativa mediante un método específico para exposición a ruido laboral, en este caso el método elegido pertenece a la NTP 951, relacionado a “Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II)” (INSHT/INSST, 2012, p. 6), el objetivo principal de esta nota técnica es realizar un plan de medición, en la que la evaluación sea representativa y a la vez fiable.

Para continuar con la metodología fue importante realizar un análisis de las condiciones de trabajo, se definieron los grupos de exposición homogénea para continuar con la selección de la estrategia de medición ya sea basada en la tarea, en el puesto de trabajo o en la jornada laboral como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Estrategia de medición de acuerdo al patrón de trabajo

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo (función)	Basada en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
Puesto fijo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	-	RECOMENDADA	APLICABLE

Fuente: (INSHT/INSST, 2012, p. 6)

La estrategia de medición basada en el puesto de trabajo fue adecuada para este proyecto, debido a su practicidad; además de ser considerada muy útil en situaciones en las que es complejo describir un patrón de trabajo o dividirlo en tareas o actividades totalmente definidas.

Para ello se determinaron los puestos de trabajo, como indica la Tabla 2.4., y se eligió un grupo de exposición homogénea, es decir, se realizaron mediciones en puestos de trabajo que sean equivalentes y a la vez sus trabajadores se encuentren expuestos a ruidos similares.

Luego se identificaron los puestos de trabajo más críticos en el área técnica, y los puestos de trabajo homogéneos del área administrativa, se llevaron a cabo las entrevistas a las personas que desenvuelven su trabajo a diario en el CCICEV, y con ello, fue posible determinar 8 actividades bien definidas para los 2 puestos de

trabajo homogéneos en el área técnica, relacionadas a los ensayos de laboratorio que se realizan en el CCICEV, mientras que en el área administrativa se consideraron dos actividades bien definidas para los 9 puestos homogéneos del área administrativa debido a la ubicación de los trabajadores expuestos, los 8 puestos restantes son considerados homogéneos a los 9 puestos administrativos, siempre que los trabajadores permanezcan en las instalaciones del CCICEV de manera continua y no en comisión de servicios.

Tabla 2.4. Denominación de puestos de trabajo CCICEV

PERSONAL CCICEV	
ÁREA ADMINISTRATIVA	
PUESTOS DE TRABAJO	NÚMERO DE PERSONAS
DIRECTOR EJECUTIVO	1
ESPECIALISTA ADMINISTRATIVO	1
ESPECIALISTA FINANCIERO	1
ANALISTA DE TALENTO HUMANO	1
CONTADOR	1
TESORERO	1
ANALISTA DE ADQUISICIONES	1
SECRETARIA	1
AUXILIAR DE SERVICIOS GENERALES	1
ÁREA TÉCNICA	
PUESTOS DE TRABAJO	NÚMERO DE PERSONAS
RESPONSABLE TÉCNICO DE VEHÍCULOS NACIONALES	1
RESPONSABLE TÉCNICO DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	1
RESPONSABLE TÉCNICO DE LABORATORIO DE EMISIONES Y REVISIÓN VEHICULAR	1
RESPONSABLE DE CALIDAD Y ACREDITACIÓN	1
INSPECTOR 1 DE VEHÍCULOS NACIONALES	2
INSPECTOR 1 DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	1
INSPECTOR 2 DE VEHÍCULOS NACIONALES	1
INSPECTOR 2 DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	1
TÉCNICO DE LABORATORIO 1	1

En la Tabla 2.5 es posible observar la descripción general representativa de las actividades de trabajo y en la Tabla 2.6 se describen las actividades que se desarrollan por puesto de trabajo.

Tabla 2.5. Descripción de actividades de trabajo

N.-	Nombre	Descripción
A1	Actividad 1	Ensayo torque y potencia
A2	Actividad 2	Ensayo lug down
A3	Actividad 3	Ensayo ciclo europeo
A4	Actividad 4	Ensayo opacidad
A5	Actividad 5	Ensayo nivel sonoro del tubo de escape
A6	Actividad 6	Ensayo análisis de emisiones de gases
A7	Actividad 7	Ensayo prueba de frenado
A8	Actividad 8	Elaboración de informes, tareas de oficina
A9	Actividad 9	Elaboración de informes, tareas de oficina

Tabla 2.6. Actividades desarrolladas por puesto de trabajo

ÁREA ADMINISTRATIVA	
PUESTOS DE TRABAJO	ACTIVIDAD
DIRECTOR EJECUTIVO	A8, A9
ESPECIALISTA ADMINISTRATIVO	A8, A9
ESPECIALISTA FINANCIERO	A8, A9
ANALISTA DE TALENTO HUMANO	A8, A9
CONTADOR	A8, A9
TESORERO	A8, A9
ANALISTA DE ADQUISICIONES	A8, A9
SECRETARIA	A8, A9
AUXILIAR DE SERVICIOS GENERALES	A8, A9
ÁREA TÉCNICA	
PUESTOS DE TRABAJO	NÚMERO DE PERSONAS
RESPONSABLE TÉCNICO DE VEHÍCULOS NACIONALES	(A8, A9)*
RESPONSABLE TÉCNICO DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	(A8, A9)*
RESPONSABLE TÉCNICO DE LABORATORIO DE EMISIONES Y REVISIÓN VEHICULAR	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A9
RESPONSABLE DE CALIDAD Y ACREDITACIÓN	(A8, A9)*
INSPECTOR 1 DE VEHÍCULOS NACIONALES	(A8, A9)*
INSPECTOR 1 DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	(A8, A9)*
INSPECTOR 2 DE VEHÍCULOS NACIONALES	(A8, A9)*
INSPECTOR 2 DE VEHÍCULOS IMPORTADOS	(A8, A9)*
TÉCNICO DE LABORATORIO 1	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8

((A8, A9)* trabajadores que permanecen en las instalaciones del CCICEV que no desarrollan trabajo bajo la denominación comisión de servicios).

Para el método de medición, se consideró lo establecido por Falagán con relación al Real Decreto 286 de España, donde el método depende del tipo de ruido, y en función a ello, se establece el instrumento de medida, el número de repeticiones y la duración de cada una, como indica la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Método de medición del ruido

Tipo ruido	Definición	Instrumento medida	Duración x medición	N.- mediciones	Cálculo $L_{Aeq,T}$ muestra
Estable	$R(L_{pA\cdot t}) < 5 \text{ dB}$	Sonómetro, Tipo 2 (UNE-EN 60651:1996) SLOW	$\geq 15 \text{ s}$	$R \leq 2 \text{ dB} \Rightarrow \geq 3 \text{ m.}$ $2 \text{ dB} < R < 5 \text{ dB} \Rightarrow \geq 5 \text{ m.}$	$L_{Aeq,T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} L_{Aeq,i}$

Fuente: (Falagán, 2008, p. 56)

El equipo de medición empleado fue un sonómetro Optimus con marca comercial Cirrus Research S.L., tipo CR161C cuyo número de serie es G061059, con un calibrador acústico cuyo nivel de calibración es 93,7 dB; baterías y software Noisetools como indica la Figura 2.2.



Figura 2.2. Sonómetro e implementos utilizados para muestreos en el CCICEV

(DCN – EPN, 2019)

Seguidamente a la obtención de la data, se determinó el nivel de exposición diario equivalente (INSHT/INSSBT, s.f.), como indica la “Evaluación de la exposición al ruido” de los Calculadores INSHT, mediante la Ecuación 2.1 a continuación.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log\left(\frac{T}{8}\right) \quad [2.1]$$

Donde:

$L_{Aeq,d}$ es el nivel diario equivalente [dBA]

$L_{Aeq,T}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado [dBA].

T es el tiempo de exposición en horas/día

Al conocer los valores del nivel de presión sonora equivalente ponderado en A diario, y con la ayuda del Decreto Ejecutivo 2393, “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo” del Ecuador, es posible la interpretación de resultados, es decir determinar si las personas se encuentran sobreexpuestas o no a ruido laboral (Entidades Gubernamentales, 1986, p. 30).

2.3 PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

Las medidas de prevención y control fueron propuestas luego de analizar las condiciones de fuente, el medio y el receptor, mediante la jerarquía de control de riesgo según la norma ISO 45001 “Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo”, en la que se establece eliminar el peligro, sustituir el riesgo, controles de ingeniería, controles administrativos y equipos de protección personal (ISO, 2018, p. 21).

Luego de la evaluación, se determinó que existen dos fuentes significativas de ruido, una es el ventilador de enfriamiento y otra los automotores de prueba; es así que, para el ventilador de enfriamiento, se propuso encerrar el ruido mediante una

cabina de insonorización, a más de ello se propuso absorber el ruido mediante paneles acústicos en el techo del galpón y revestir con material acústico la fachada frontal de las oficinas; para los trabajadores del área técnica, se propuso el uso de equipo de protección auditiva, y en lo que se refiere a los controles administrativos, éstos se encontrarán directamente ligados a la reducción de la exposición así como a la formación e información, siendo un paso a favor el hecho de que ya exista señalización en el CCICEV.

2.4 ESTIMACIÓN DE LA ATENUACIÓN EFECTIVA


Con la ayuda de la NTP 638 “Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos”, se logró determinar la estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos tipo orejera y tipo tapón; para el desarrollo de los cálculos se consideraron 11 protectores auditivos tipo orejera y 8 protectores auditivos tipo tapón, para así conocer de entre ellos cuáles podían ofrecer mayor atenuación tanto para sonidos graves como agudos; en esta sección se desarrollaron los tres métodos establecidos en la NTP 638, el método de las bandas de octava, el método de H, M y L y el método del SNR esto con el objetivo de determinar la reducción predicha del nivel de ruido (PNR) y el nivel de presión sonora efectivo ponderado en A (L_A') para cada protector auditivo (INSHT, 2003).

Debido a que el tiempo de utilización de un protector auditivo interviene directamente con la protección real que recibe una persona; en los cálculos se consideró la variación del tiempo de utilización de los protectores auditivos elegidos como mejor opción en cuanto a atenuación, para el caso del CCICEV en particular.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

Mediante la lista de verificación que se observa en la Figura 3.1 se obtiene como resultado, que existe ruido laboral y de acuerdo al Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME (INSHT, 2003, p. 17) indica que se debe evaluar mediante el método correspondiente si al menos un campo se encuentra marcado.



LISTA DE IDENTIFICACIÓN INICIAL DE RIESGOS

1	<input checked="" type="checkbox"/> <p>Algún trabajador refiere molestias por el ruido que tiene en su puesto de trabajo.</p>
2	<input checked="" type="checkbox"/> <p>Hay que forzar la voz para poder hablar con los trabajadores de puestos cercanos debido al ruido.</p>
3	<input checked="" type="checkbox"/> <p>Es difícil oír una conversación en un tono de voz normal a causa del ruido.</p>
4	<input checked="" type="checkbox"/> <p>Los trabajadores refieren dificultades para concentrarse en su trabajo debido al ruido existente.</p>

RUIDO

Ningún ítem marcado => situación aceptable
 Algún ítem marcado => evaluar con el método correspondiente
 Algún ítem marcado (*) => consultar con un técnico especialista de un servicio de prevención.
Fuente: INSHT 2003, Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME. pág 17.

Figura 3.1. Lista de identificación inicial de riesgos sección referente a ruido

(INSHT, 2003, p. 17)

Posteriormente se tabularon las encuestas, y esto permitió conocer el número de personas expuestas y las condiciones en las que realizaban sus labores.

De acuerdo a la Figura 3.2, es posible observar que existe aproximadamente el doble de hombres que de mujeres laborando en el CCICEV.

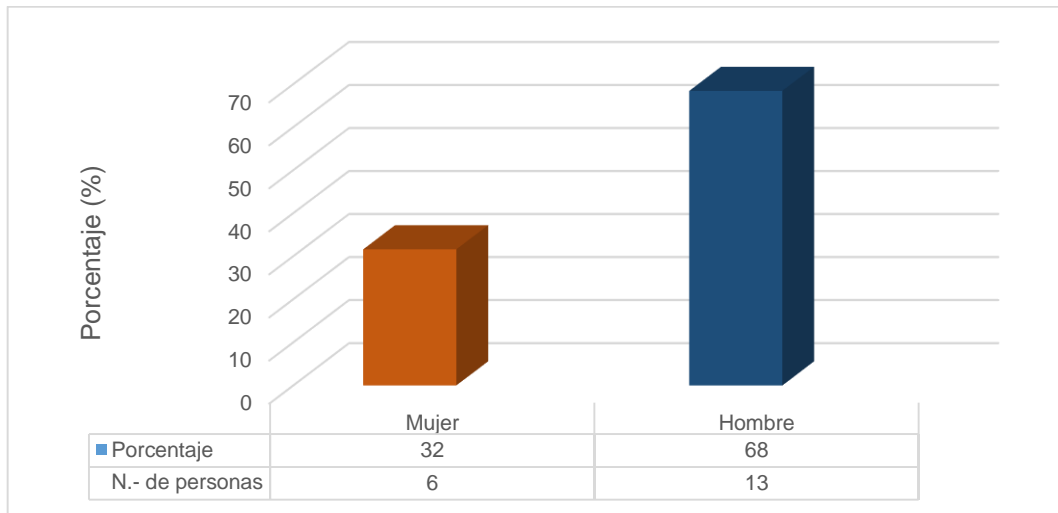


Figura 3.2. Respuesta a la encuesta pregunta 1: identificación del personal de acuerdo a su sexo

Debido a que no existen personas mayores a 61 años de edad, el factor presbiacusia no va a influir en el personal que actualmente se encuentra expuesto a ruido laboral, esto dado por observación de la Figura 3.3

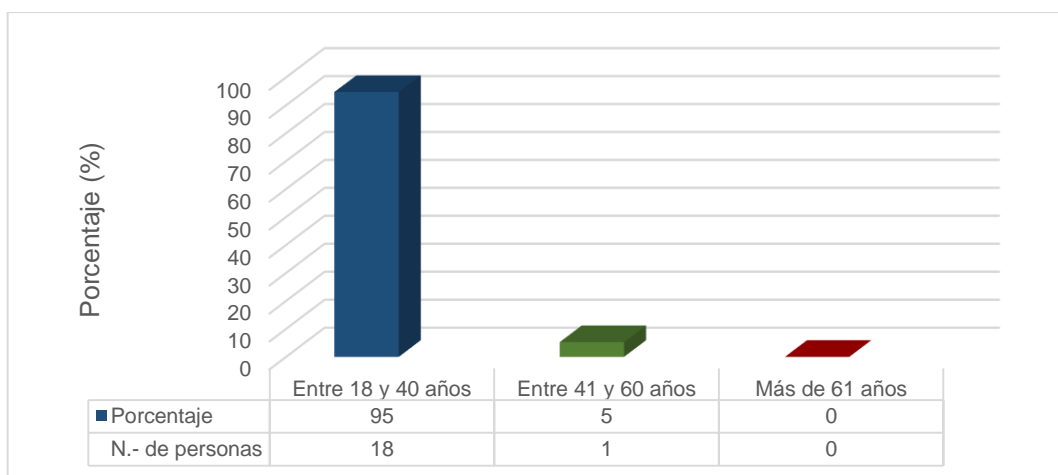


Figura 3.3. Respuesta a la encuesta pregunta 2: identificación del personal de acuerdo a su rango de edad

En la Figura 3.4, es posible observar que el personal del área técnica está formado por un 53 %, mientras que del área administrativa cuenta con el 47 %, siendo los

más afectados los trabajadores del área técnica, debido a la ubicación de sus puestos de trabajo y al tiempo de exposición a ruido.

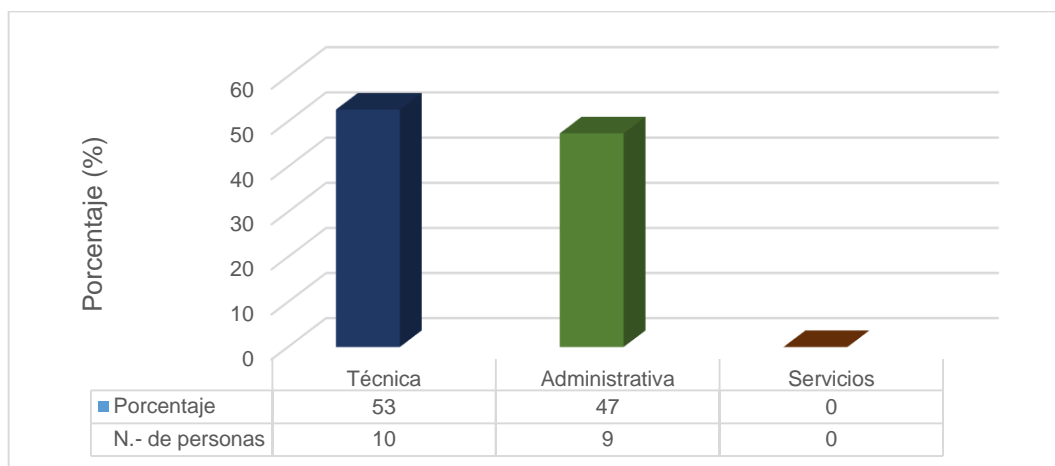


Figura 3.4. Respuesta a la encuesta pregunta 3: identificación del personal de acuerdo a su área de trabajo

De acuerdo a la Figura 3.5 se puede observar que la jornada laboral a cumplir, tiene una duración de 8 horas, esta es una jornada laboral única de 8:00 a 17:00 de lunes a viernes, no cumplen ni horarios rotativos y menos aún horarios nocturnos.

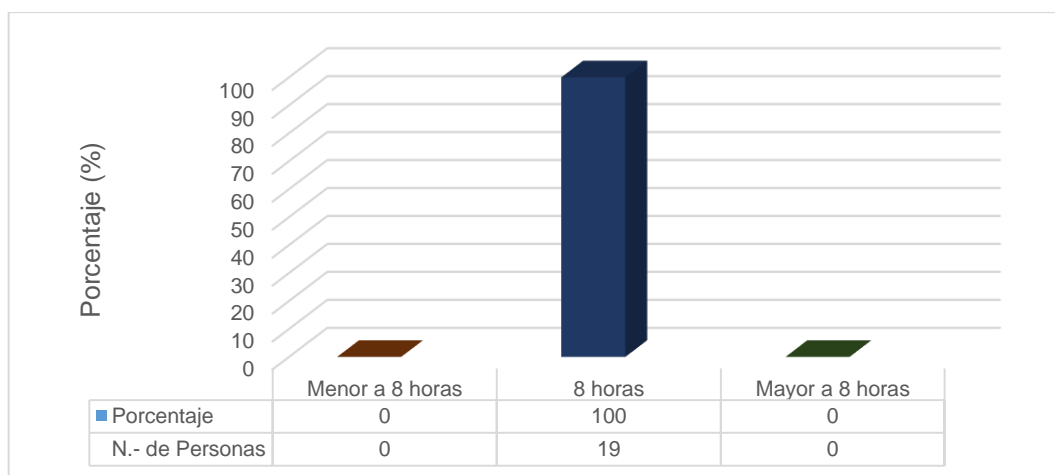


Figura 3.5. Respuesta a la encuesta pregunta 4: identificación del personal de acuerdo a su jornada laboral

En la Figura 3.6 se aprecia que el 47 % de los trabajadores han laborado un período mayor a 5 años, un 42 % entre 2 y 5 años y apenas un 11 % un período inferior a 2 años, las personas potencialmente expuestas a ruido se encuentran actualmente

laborando en el laboratorio de emisiones vehiculares del CCICEV y son parte del intervalo de 2 a 5 años pero al igual que sus compañeros han ocupado varios cargos en su estancia y su periodo laboral no ha sido continuo.

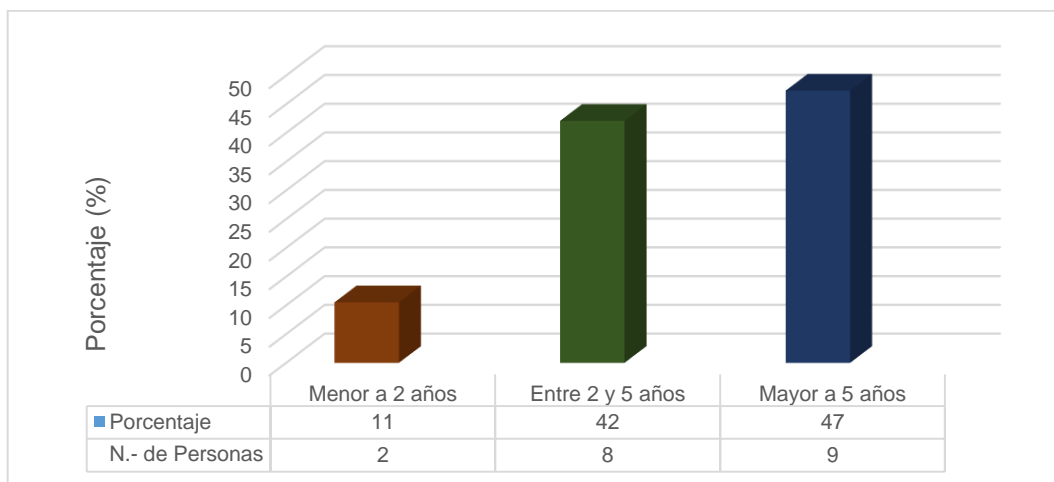


Figura 3.6. Respuesta a la encuesta pregunta 5: identificación del personal de acuerdo a su estancia laboral

Como se puede observar en la Figura 3.7, el 37 % de los trabajadores del CCICEV, es decir, 7 de las 19 personas utilizan audífonos frecuentemente para escuchar música, esto es un factor negativo adicional al ruido que ya perciben en su trabajo, lo que hace que su condición sea más vulnerable y no por ello el otro 37 % de personas que los usa ocasionalmente puede sentirse aliviada, debido a que el volumen es una cuestión relativa al usuario.

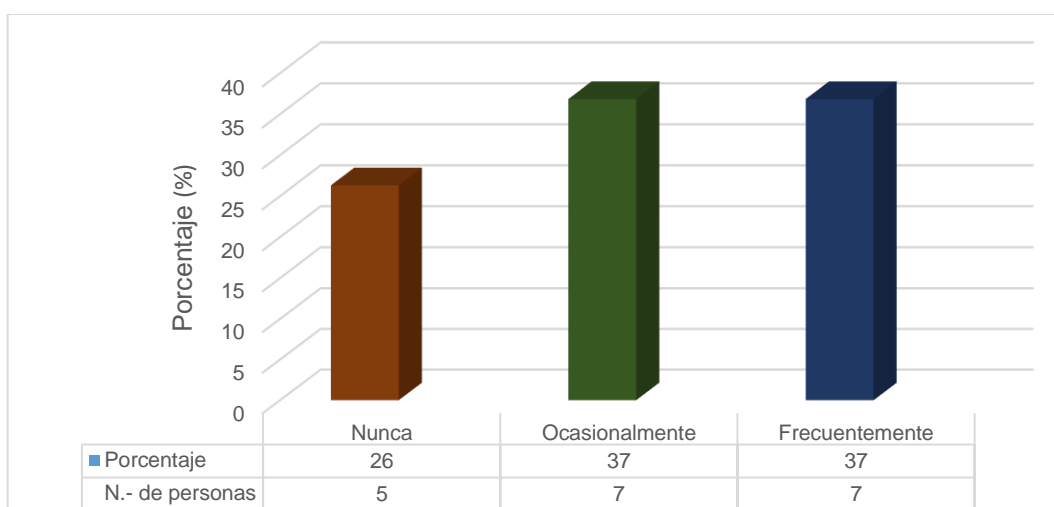


Figura 3.7. Respuesta a la encuesta pregunta 6: ¿escucha música con audífonos?

En la Figura 3.8 se puede observar que apenas un 21 % no frecuenta sitios con ruidos altos como bares, discotecas, etc.; un 74 % asiste de forma ocasional y solo el 5 % los frecuenta; como la pérdida auditiva no se presenta de forma repentina, cada una de las actividades que realicen las personas fuera de su trabajo puede influir a largo plazo si no se mantiene un equilibrio.

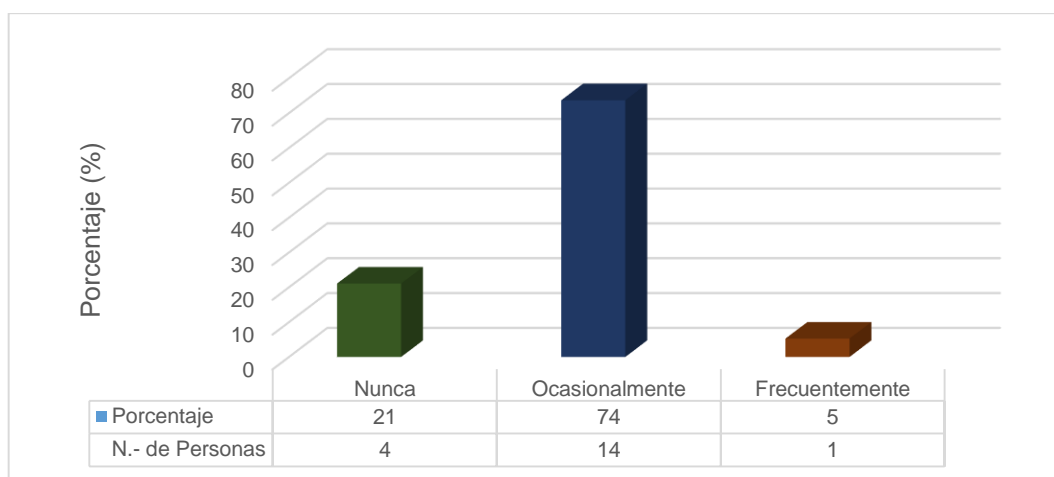


Figura 3.8. Respuesta a la encuesta pregunta 7: ¿se distrae en bares, discotecas o sitios con ruidos altos?

Como el hogar generalmente es el sitio donde las personas pasan gran parte de su tiempo luego de cumplir su jornada laboral, este también forma parte de los factores que puede llegar a beneficiar o perjudicar a una persona, el hecho de mantenerse expuesto a ruido por largos periodos puede afectar a su salud, como se indica en la Figura 3.9; el 21 % de las personas perciben ruido la mayor parte de su día.

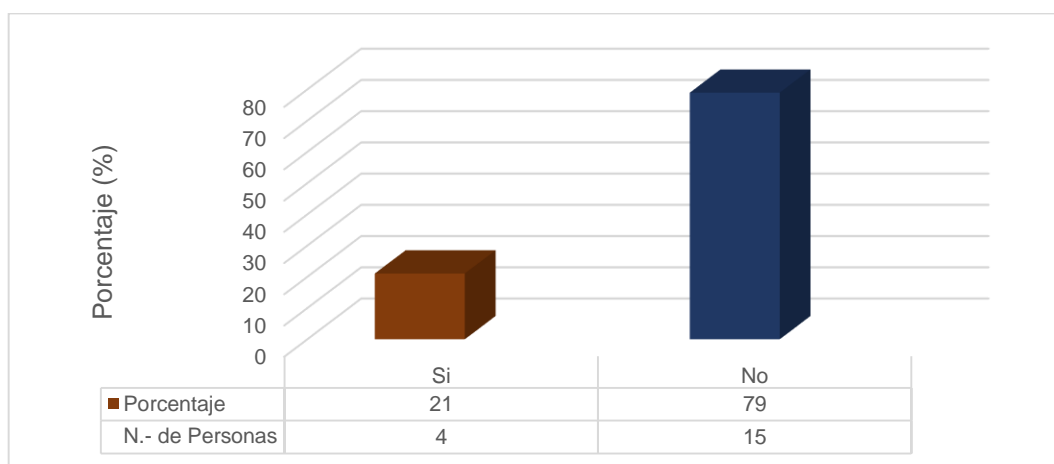


Figura 3.9. Respuesta a la encuesta pregunta 8: ¿reside en una zona considerada ruidosa?

Como indica la Figura 3.10, el 58 % de las personas que laboran en el CCICEV logran conciliar fácilmente el sueño siempre, este factor puede llegar a ser positivo desde cierta perspectiva.

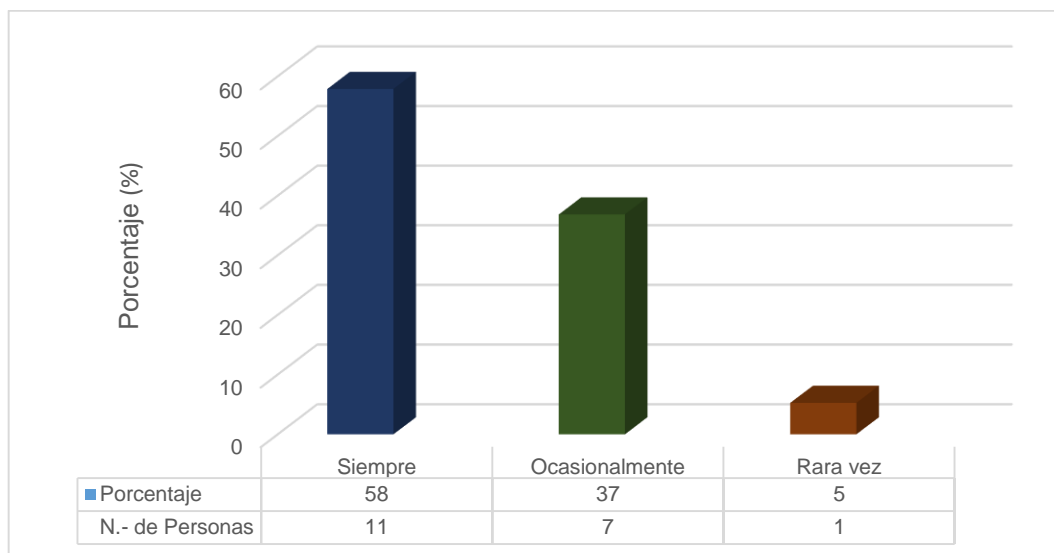


Figura 3.10. Respuesta a la encuesta pregunta 9: ¿logra conciliar el sueño fácilmente?

En varios puestos de trabajo las personas no conocen los riesgos a los cuales se encuentran expuestos durante su jornada laboral, en cierta forma la Figura 3.11 arroja un resultado alentador ya que el 63 % de los trabajadores dicen conocer los riesgos asociados a su trabajo.

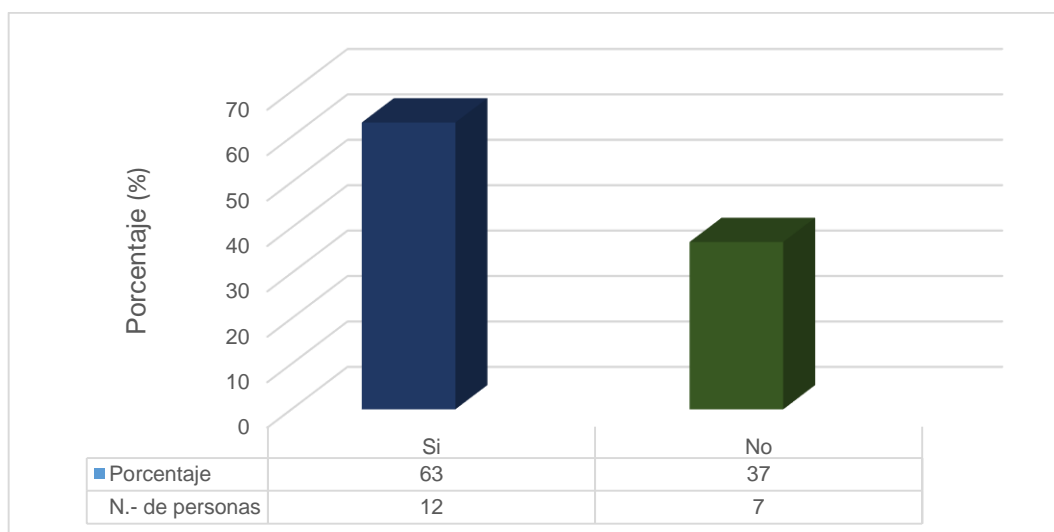


Figura 3.11. Respuesta a la encuesta pregunta 10: ¿conoce los riesgos asociados a su trabajo?

Uno de los aspectos primordiales a conocer es la seguridad laboral, estos permiten salvar vidas, de acuerdo a la Figura 3.12, el 58 % de los trabajadores no ha recibido charlas sobre seguridad en el trabajo, esto puede llegar a ser un problema, porque una persona no puede evitar actos o condiciones inseguras si no ha escuchado previamente las consecuencias que estas podrían acarrear.

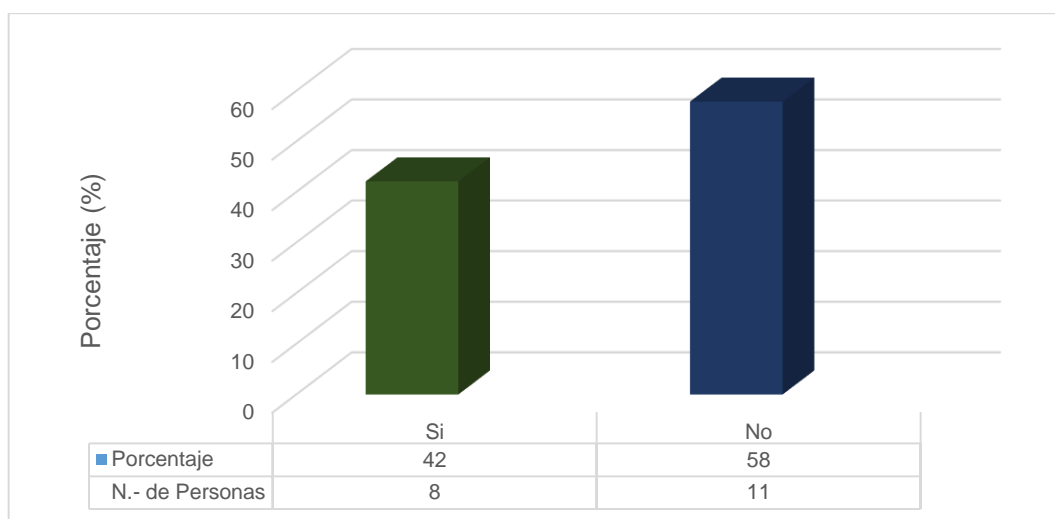


Figura 3.12. Respuesta a la encuesta pregunta 11: ¿ha recibido charlas sobre seguridad en el trabajo?

En la Figura 3.13, es posible observar que el 95 % de los trabajadores percibe ruido en su puesto de trabajo, siendo este un factor cualitativo significativo para este proyecto.

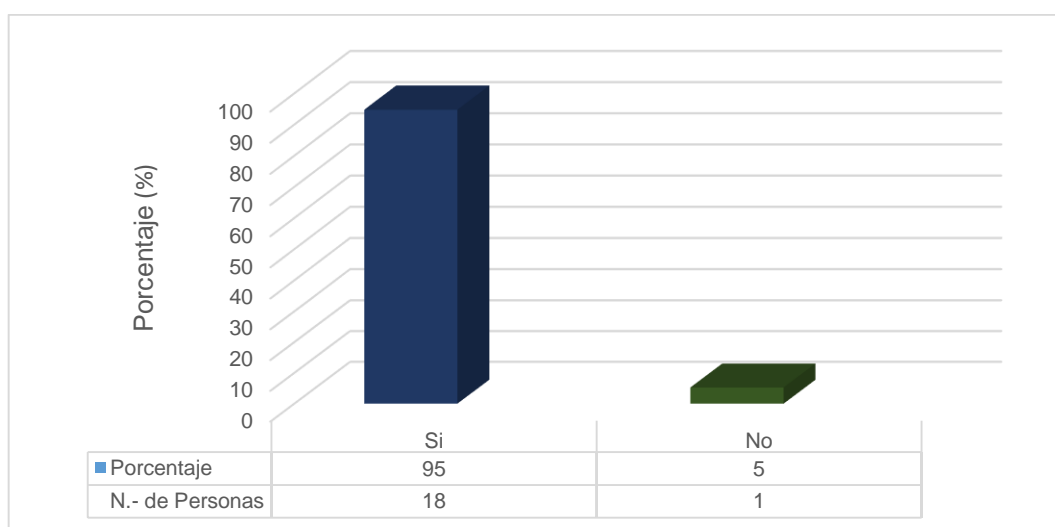


Figura 3.13. Respuesta a la encuesta pregunta 12: ¿percibe ruido en su lugar de trabajo?

De acuerdo al capítulo 47 de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (Suter, 2012, p. 2), una persona que se encuentra expuesta a ruido por varios días o semanas puede llegar a pensar que se acostumbró, y así se refleja en la Figura 3.14., mediante la percepción del 42 % de los trabajadores.

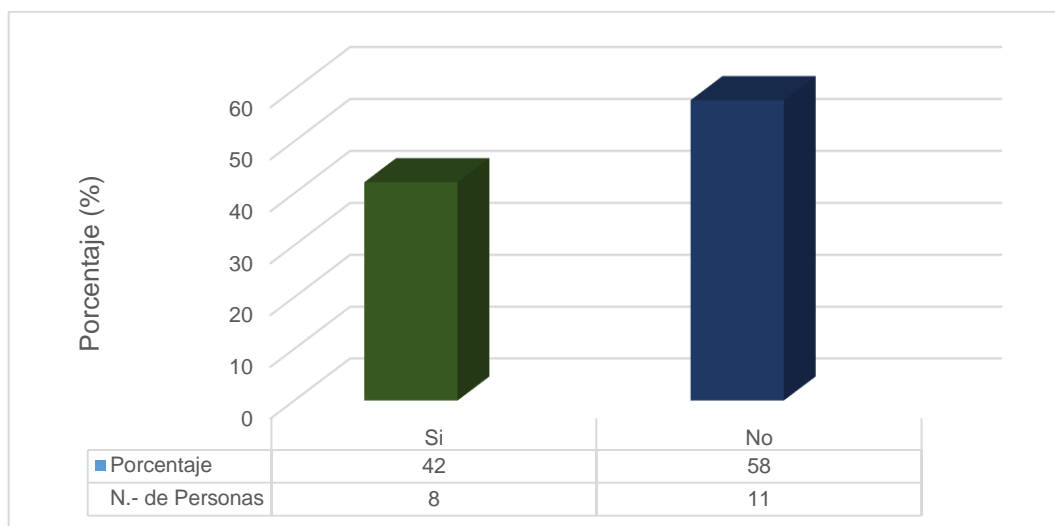


Figura 3.14. Respuesta a la encuesta pregunta 13: ¿considera que está acostumbrado/a al ruido en su lugar de trabajo?

El estrés se encuentra ligado a la vida laboral debido al mundo globalizado, lo que indica la Figura 3.15, es que el 21 % lo percibe siempre, situación que podría afectar la salud de los trabajadores, esta situación puede deberse al ruido o a otros varios factores.

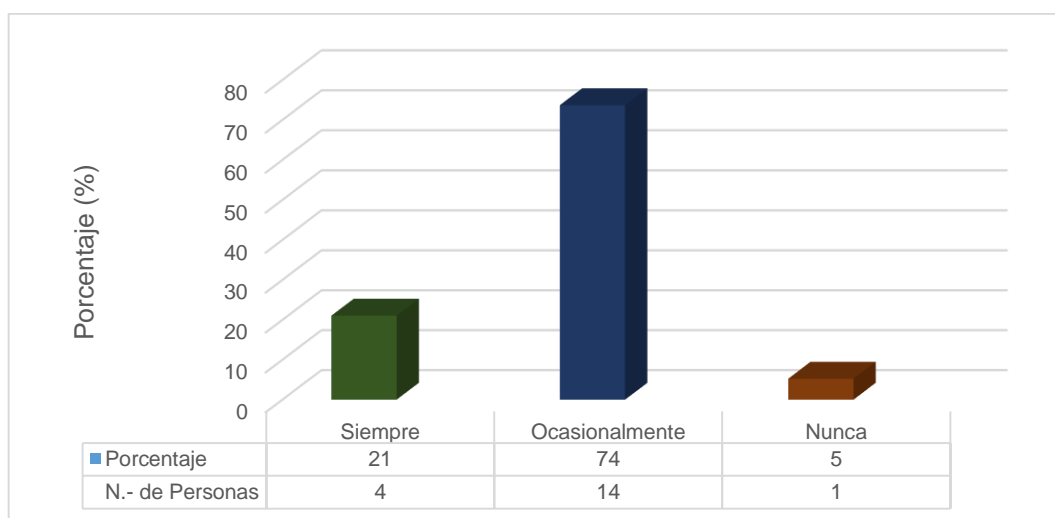


Figura 3.15. Respuesta a la encuesta pregunta 14: ¿se siente estresado/a?

Una situación valorada es la tranquilidad al llevar a cabo las actividades laborales ya que se puede mejorar la atención y concentración, cosa que no pueden disfrutar los trabajadores del CCICEV, ya que un 79 % considera que el ruido percibido interrumpe su labor, esto se puede observar claramente en la Figura 3.16.

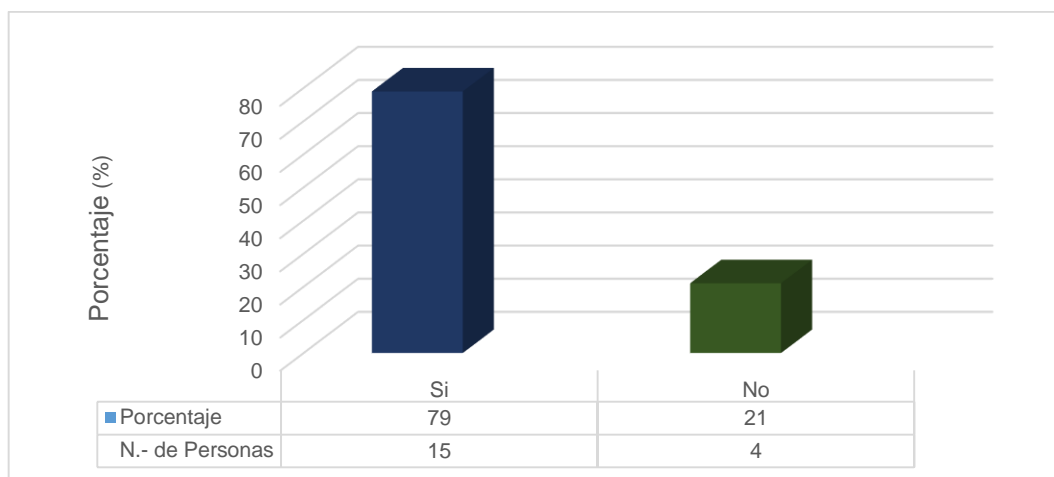


Figura 3.16. Respuesta a la encuesta pregunta 15: ¿considera que el ruido interrumpe sus actividades laborales?

La comunicación juega un papel importante en la vida pero varias circunstancias pueden dificultar el desarrollo de la misma y una de ellas es el ruido ya que provoca que las personas eviten interactuar entre ellas o a su vez levanten la voz para poder escucharse, un claro ejemplo de ello se puede evidenciar en la Figura 3.17 en la que el 89 % de las personas se comunican levantando la voz.

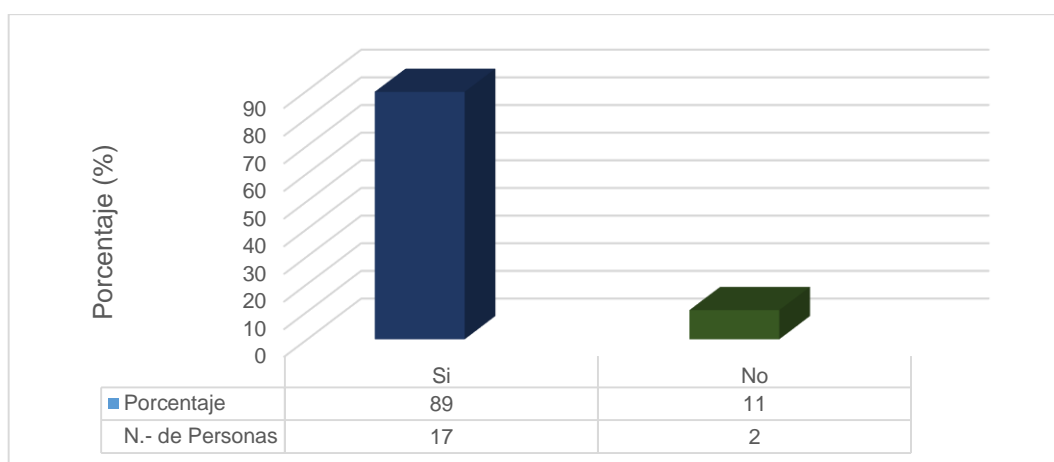


Figura 3.17. Respuesta a la encuesta pregunta 16: ¿el ruido provoca que levante la voz para comunicarse con sus compañeros?

En la Figura 3.18 indica que el 58 % de los encuestados cree que su humor ha disminuido debido al cansancio, esto posiblemente se deba a que unas personas son más susceptibles que otras a las condiciones del medio, es decir si una persona se encuentra sometida a estrés y a ruido puede influir en su cansancio y por ende en su humor, mientras que el 42 % no consideran que dicha relación se cumpla.

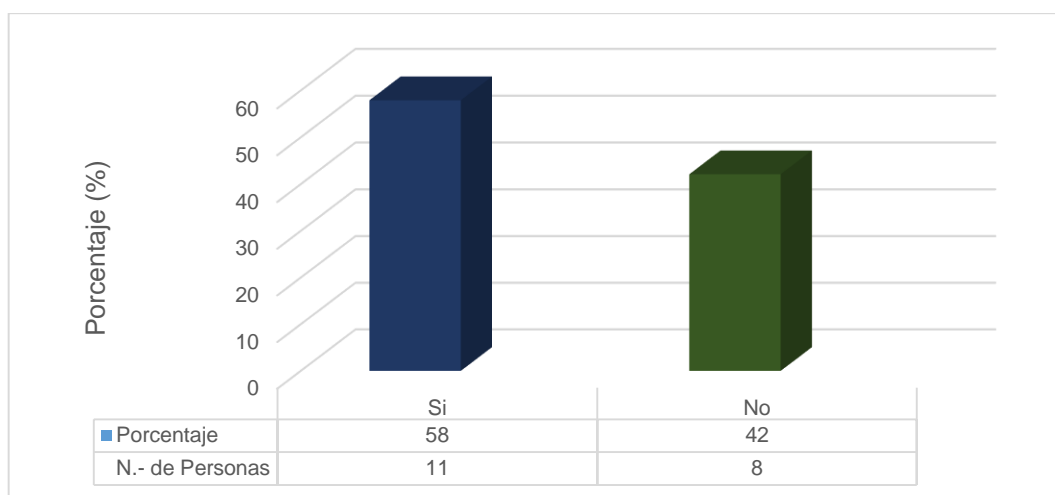


Figura 3.18. Respuesta a la encuesta pregunta 17: ¿considera que su buen humor ha disminuido debido al cansancio mental?

El trabajo demanda concentración, por lo que al final de la jornada las personas pueden llegar a sentir fatiga mental a más de la fatiga física, como indica la Figura 3.19; el 37 % de las personas la siente siempre y el 58 % ocasionalmente.

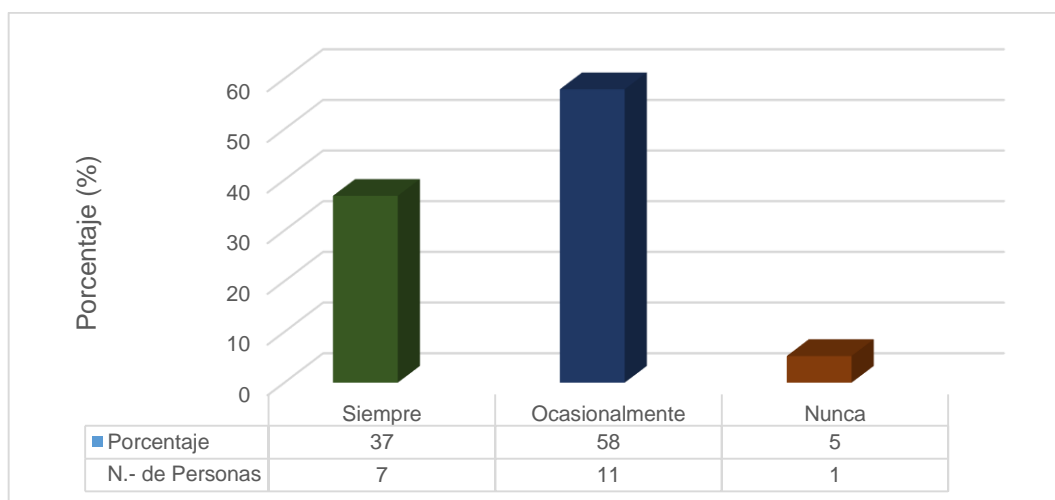


Figura 3.19. Respuesta a la encuesta pregunta 18: ¿siente fatiga mental al terminar su jornada laboral?

De forma unánime los trabajadores consideran que el ruido puede causar daños a la salud, eso indica el 100 % obtenido en la Figura 3.20, por ello es importante establecer o proponer medidas de control que guarden la salud de los trabajadores.

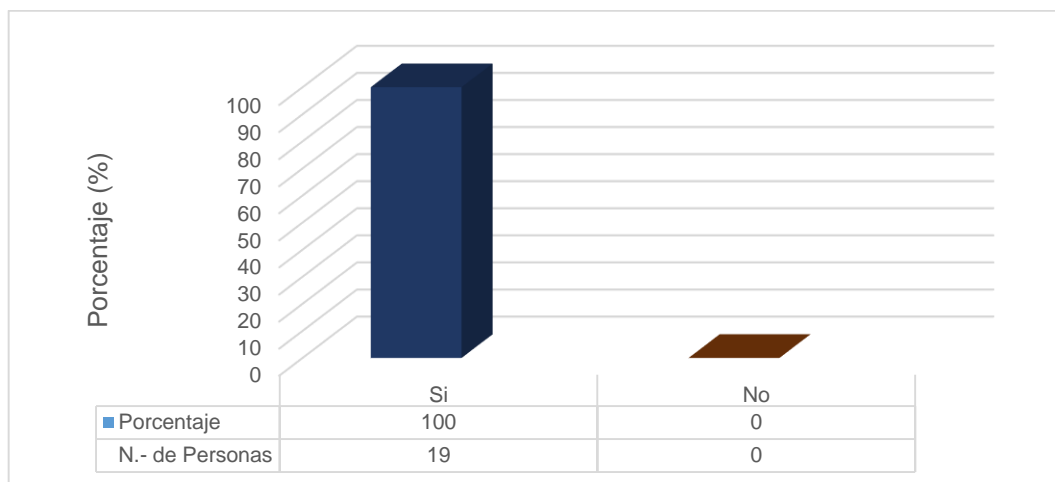


Figura 3.20. Respuesta a la encuesta pregunta 19: ¿considera que el ruido puede causar daños a la salud?

Todo trabajo conlleva riesgos que afectan la salud de las personas, y para evaluar su estado de salud se deben realizar exámenes ocupacionales de inicio, seguimiento y fin de gestión, en el caso de exposición a ruido se requiere realizar exámenes médicos auditivos pero como se observa en la Figura 3.21, un 89 % no se ha sometido previamente a este tipo de exámenes.

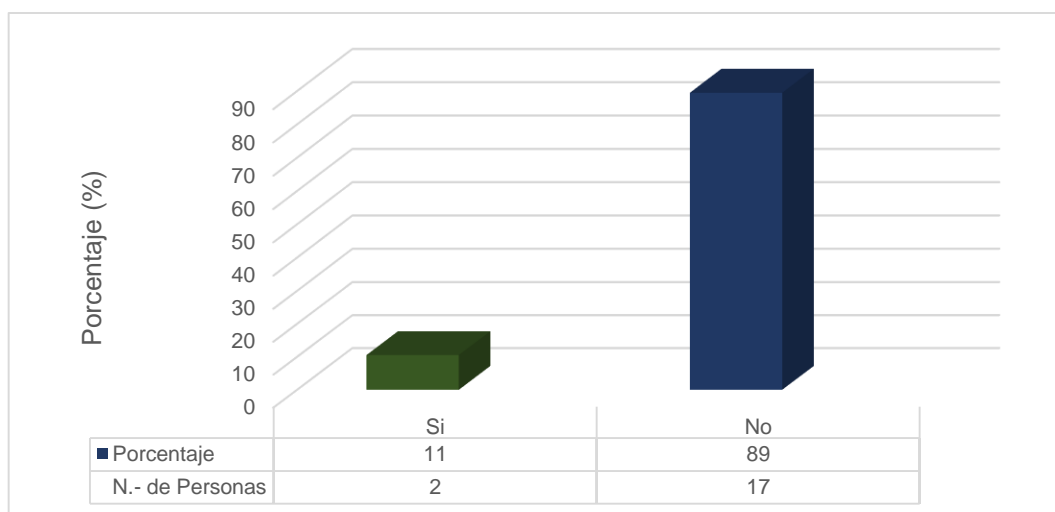


Figura 3.21. Respuesta a la encuesta pregunta 20: ¿le han realizado exámenes médicos auditivos?

3.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO

3.2.1 RESULTADO DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT

La Tabla 3.1 se obtiene como resultado de la identificación del riesgo hallado en el CCICEV, mediante el desarrollo del método de evaluación general de riesgos del INSHT, en el que relaciona la probabilidad y consecuencia, con éste, se determinó la existencia de un riesgo importante que requiere ser controlado, las medidas pueden llevarse a cabo en la fuente, medio y/o receptor.

Tabla 3.1. Matriz de evaluación de riesgo físico por ruido

Lugar de trabajo	Identificación	Evaluación				Criterio
	(Riesgo)	Método	Consecuencia	Probabilidad	Riesgo	
CCICEV	Riesgo físico por ruido (ensayos de laboratorio en automotores)	INSHT	Dañino	Alta	Importante	Precisar recursos considerables para controlar el riesgo
Medidas a adoptar						
Fuente		Medio			Receptor	
Colocar una cabina para reducir el ruido del ventilador de enfriamiento		Colocar paneles acústicos para reducir el ruido en el galpón. Revestimiento de fachada de oficinas.			Uso de protección auditiva para atenuar el ruido en el oído de los trabajadores	

3.2.2 RESULTADO DE LOS EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS (AUDIOMETRÍAS)

De los exámenes médicos auditivos, se obtuvo como resultado que 1 de las 19 personas presenta hipoacusia bilateral como indica Figura 3.22, el diagnóstico de la audiometría indica que la persona de 36 años presenta una hipoacusia bilateral de moderada a severa, en la que se descarta una patología tubárica, pero es necesario el control de ruido, la persona debe acudir a control tres meses después de realizado el examen para determinar cuál ha sido su evolución.

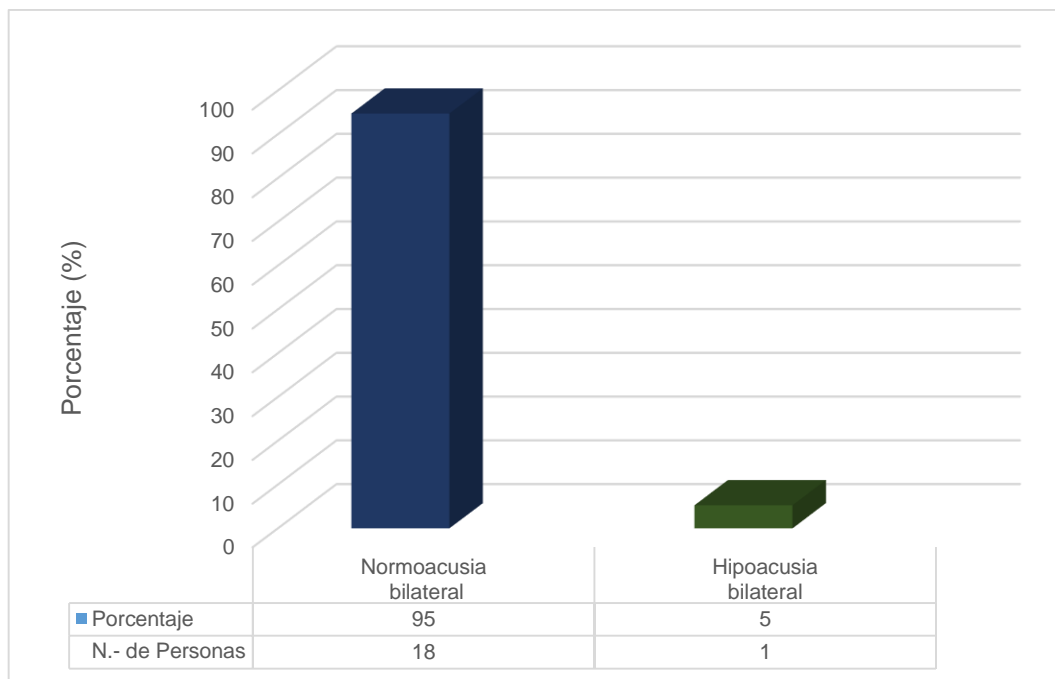


Figura 3.22. Resultados de los exámenes médicos auditivos realizados al personal del CCICEV

3.2.3 RESULTADO DE LA TOMA DE DATOS MEDIANTE EL SONÓMETRO

En la Tabla 3.2 se puede observar que de los 19 puestos de trabajo que existen en el CCICEV, 2 son de mayor cuidado en el área técnica y constan de 8 actividades cada uno, pese a que en la descripción y perfil del puesto no se establezcan las mismas actividades esenciales; las dos personas realizan las mismas actividades en el laboratorio de emisiones, en cambio, en el área administrativa se considera para el análisis, solo un puesto, por ser el más crítico debido a su ubicación.

Posterior a la tabulación de los datos de nivel de presión sonora se calculó el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A y como resultado se obtuvo que cada actividad sobrepasa los 85 dBA en laboratorio y en las oficinas sobrepasa los 70 dBA, lo que indica que la persona se encontraría sobreexpuesta si se realizaría una de estas actividades durante toda la jornada de forma continua de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393, por ahora, estos datos permitirán conocer el nivel de presión sonora equivalente diario ponderado en A.

Tabla 3.2. Nivel de presión sonora y nivel de presión sonora equivalente ponderada en A por actividad, para el puesto de trabajo técnico de laboratorio 1 y la actividad final para los puestos homogéneos del área administrativa

N.	Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
A1	NPS (dB)	100	98	96	92	90	89	87	83	79	62	104
	Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
	Leq (dBA)	61	72	80	83	86	89	88	84	78	56	94
A2	NPS (dB)	84	82	85	84	86	86	84	78	69	57	93
	Leq (dBA)	45	56	69	76	82	86	86	78	68	50	90
A3	NPS (dB)	101	99	96	92	87	84	81	74	68	54	104
	Leq (dBA)	62	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
A4	NPS (dB)	101	98	95	91	87	83	80	74	67	54	104
	Leq (dBA)	61	72	79	82	84	83	82	75	66	47	89
A5	NPS (dB)	101	99	96	91	87	84	81	74	67	54	104
	Leq (dBA)	61	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
A6	NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	66	52	103
	Leq (dBA)	60	71	78	81	82	82	80	74	65	46	88
A7	NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	67	52	103
	Leq (dBA)	60	71	78	82	82	82	80	74	66	46	88
A8	NPS (dB)	76	73	69	69	67	70	70	64	55	47	80
	Leq (dBA)	37	47	53	60	64	70	71	65	54	40	75

Tabla 3.3. Nivel de presión sonora y nivel de presión sonora equivalente ponderada en A por actividad, para el puesto de trabajo responsable técnico de laboratorio de emisiones y revisión vehicular y la actividad final para los puestos homogéneos del área administrativa

N.	Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
A1	NPS (dB)	100	98	96	92	90	89	87	83	79	62	104
	Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
	Leq (dBA)	61	72	80	83	86	89	88	84	78	56	94
A2	NPS (dB)	84	82	85	84	86	86	84	78	69	57	93
	Leq (dBA)	45	56	69	76	82	86	86	78	68	50	90
A3	NPS (dB)	101	99	96	92	87	84	81	74	68	54	104
	Leq (dBA)	62	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
A4	NPS (dB)	101	98	95	91	87	83	80	74	67	54	104
	Leq (dBA)	61	72	79	82	84	83	82	75	66	47	89
A5	NPS (dB)	101	99	96	91	87	84	81	74	67	54	104
	Leq (dBA)	61	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
A6	NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	66	52	103
	Leq (dBA)	60	71	78	81	82	82	80	74	65	46	88
A7	NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	67	52	103
	Leq (dBA)	60	71	78	82	82	82	80	74	66	46	88
A9	NPS (dB)	87	86	71	67	68	68	66	62	62	50	90
	Leq (dBA)	48	59	55	59	65	68	67	63	61	43	73

Al igual que la Tabla 3.2, la Tabla 3.3 refleja los datos obtenidos en el puesto de trabajo equivalente al primero, con la única diferencia que la actividad en oficina disminuye en 2 dBA en el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, no por no encontrarse expuesto al mismo ruido, sino por mantenerse alejado una distancia mayor que el anterior, a la fuente emisora.

Una vez identificadas las actividades que se realizan en los puestos de trabajo de mayor riesgo y conociendo su respectivo nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, se determinó el nivel de presión sonora equivalente diario ponderado en A, para cada puesto de acuerdo al tiempo en el que se lleva a cabo cada actividad, de ello se obtuvo como resultado que los dos puestos (técnico de laboratorio 1 y responsable técnico de laboratorio de emisiones y revisión vehicular) sobrepasan los 85 dBA por jornada laboral de 8 horas, esto con base en el Decreto Ejecutivo 2393 y de acuerdo al límite de tolerancia recomendado por la OMS.

La Tabla 3.4., muestra el nivel de presión sonora equivalente diario ponderado en A para los puestos de trabajo denominados técnico de laboratorio 1 y responsable técnico de laboratorio de emisiones y revisión vehicular.

Tabla 3.4. Nivel de presión sonora diario ponderado en A para el puesto de trabajo 1 (técnico de laboratorio 1) y el puesto de trabajo 2 (responsable técnico de laboratorio de emisiones y revisión vehicular)

N.	Puesto 1		Puesto 2		Puesto 1	Puesto 2
	Leq (dBA)	tiempo (minutos)	Leq (dBA)	tiempo (minutos)	Laeq,d (dBA)	Laeq,d (dBA)
A1	94	60	94	60	85	85
A2	90	60	90	60	81	81
A3	90	60	90	60	81	81
A4	89	30	89	30	77	77
A5	90	30	90	30	78	78
A6	88	60	88	60	79	79
A7	88	60	88	60	79	79
A8	75	120	-	120	69	
A9	-	120	73	120		67
PUESTO 1			(Laeq,d)_T (dBA)		89	
PUESTO 2					89	

3.2.4 RESULTADO DEL TIEMPO MÁXIMO DE EXPOSICIÓN

En la Tabla 3.5 se puede observar el tiempo máximo de exposición al llevar a cabo el ensayo de laboratorio considerado como el más ruidoso (Torque y Potencia), esto quiere decir que si los trabajadores van a realizar este tipo de ensayo no deben sobrepasar las 2 horas 21 minutos, de forma continua, ya que podría comprometer su salud auditiva.

Tabla 3.5. Tiempo máximo de exposición para A1

Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NWS (dB)	111	109	107	103	101	100	98	94	90	73	115
NPS (dB)	100	98	96	92	90	89	87	83	79	62	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	61	72	80	83	87	89	88	84	78	56	94
Tiempo máximo de exposición								2	horas	21	minutos

3.2.5 MEDIDA DE CONTROL EN LA FUENTE

La medida para reducir el ruido en la fuente, es aislar el ventilador de enfriamiento mediante una cabina de insonorización fabricada con material de aluminio de 1 mm de espesor; cuyas dimensiones son 1,0 m de largo, 2,4 m de ancho, y 1,5 m de altura, como indica la Figura AVI.5 del Anexo VI.

El nivel de presión sonora ponderado en A se atenúa de 92 a 51 dBA, mediante la triangulación vertical, como indica la Tabla 3.6; para el caso de las triangulaciones horizontales en el lado menor, se observa una atenuación del nivel de presión sonora ponderado en A de 92 a 54 dBA, como se indica en la Tabla 3.7, luego, se obtiene el valor promedio de 58 dBA, a partir de las tres triangulaciones analizadas, es decir, el nivel de presión sonora ponderado en A del ventilador de enfriamiento se vería reducido de 92 a 58 dBA a 0,5 m de distancia.

Tabla 3.6. Nivel de atenuación con y sin cabina de insonorización para triangulación vertical

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NWS (dB)	104	101	96	93	91	88	84	85	
NPS (dB)	99	96	92	88	86	84	79	80	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	73	80	83	85	86	84	80	79	92
N(Ncte*f/340)	1	2	4	8	15	30	61	122	
Atenuación	-13	-16	-19	-22	-24	-24	-24	-24	
Leq (0,5m),base	60	64	64	63	62	60	56	55	71
TL	16	18	18	20	25	32	33	38	
Naten (dBA)	44	46	46	43	37	28	23	17	51

Tabla 3.7. Nivel de atenuación con y sin cabina de insonorización para triangulaciones horizontales

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NWS (dB)	104	101	96	93	91	88	84	85	
NPS (dB)	99	96	92	88	86	84	79	80	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	73	80	83	85	86	84	80	79	92
N(Ncte*f/340)	1	1	2	4	8	16	31	63	
Atenuación	-10	-13	-16	-19	-22	-24	-24	-24	
Leq (0,5m),base	62	67	67	66	64	60	56	55	73
TL	16	18	18	20	25	32	33	38	
Naten (dBA)	46	49	49	46	39	28	23	17	54

3.2.6 MEDIDA DE CONTROL EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

Otra medida que permite controlar el ruido, es instalar 220 paneles acústicos de lana de vidrio con dimensiones de 2,45 m de la largo, 1,22 m de ancho y 0,08 m de profundidad, a dos caras, dispuestos en 5 hileras en la sección más corta del galpón, con espacios entre ellos de 0,2 m; cada hilera llevará 44 paneles separados a lo largo del galpón 0,4 m entre ellos, esto permitirá disminuir el nivel de presión sonora 1 dB a partir de 6 m como establece la Figura 3.23.

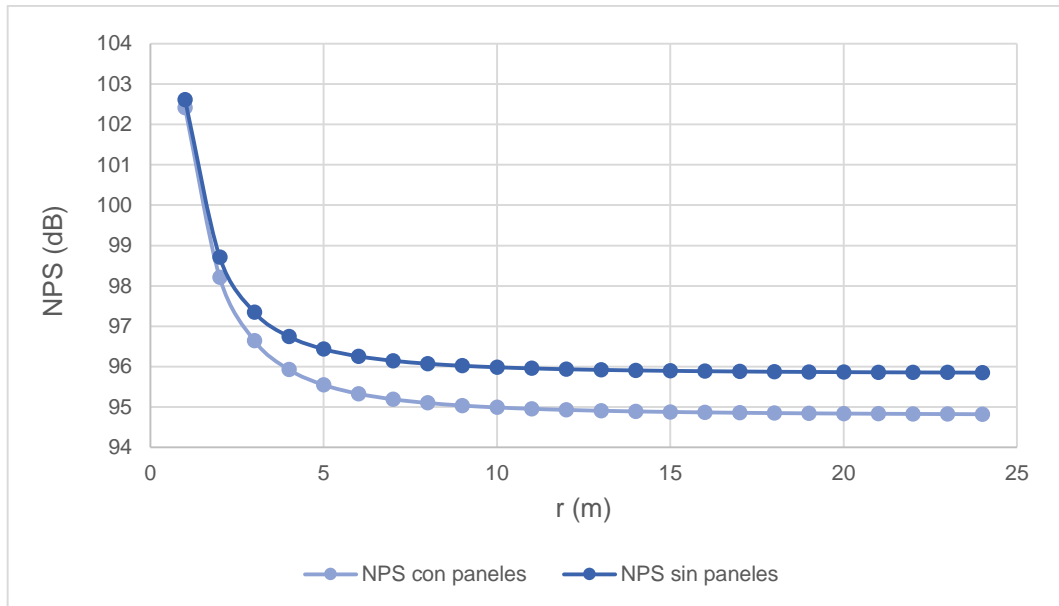


Figura 3.23. Variación del nivel de presión sonora con relación a la distancia de alejamiento de la fuente de ruido con y sin paneles acústicos

Por su parte el nivel de presión sonora ponderado en A disminuirá 5 dBA a los 6 m y disminuirá 8 dBA a los 24 m de distancia, como indica la Figura 3.24; complementaria a esta información se puede observar en el Anexo VII, de forma más amplia los resultados obtenidos; esta medida se estaría aplicando en el medio de transmisión cuando se encuentran en funcionamiento las dos fuentes de ruido.

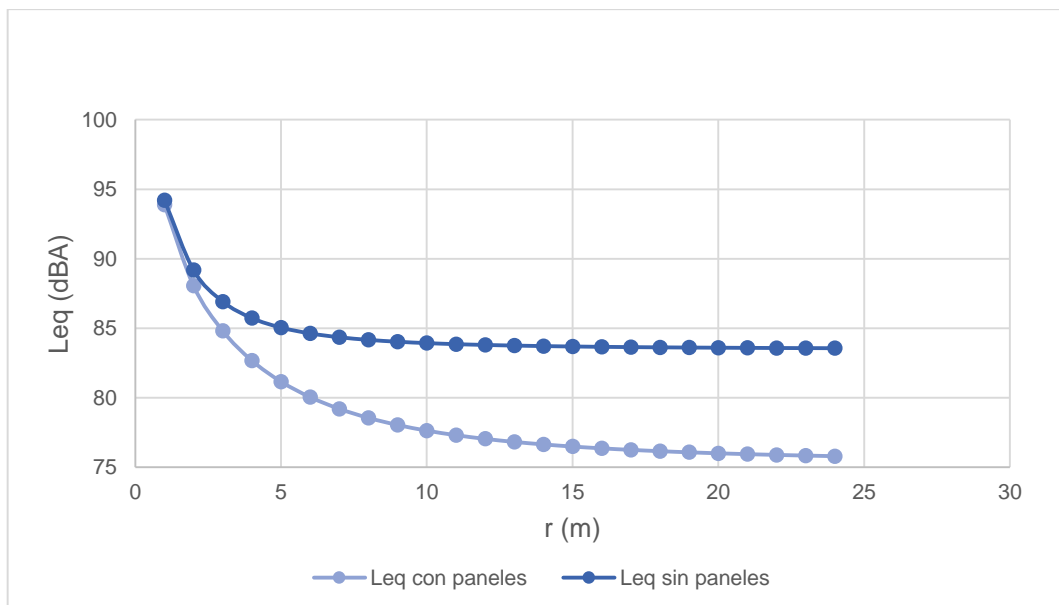


Figura 3.24. Variación del nivel de presión sonora ponderada en A con relación a la distancia de alejamiento de la fuente de ruido con y sin paneles acústicos

Mediante la Figura 3.25, es posible observar la reducción en la propagación del ruido cuando se considera los paneles acústicos (b), con relación a cuando no han sido considerados (a), para ello, la sección en rojo indica la exposición a ruidos mayores a 85 dBA, la sección en azul ruidos entre 80 y 85 dBA y la sección en verde corresponde a ruidos inferiores a 80 dBA.

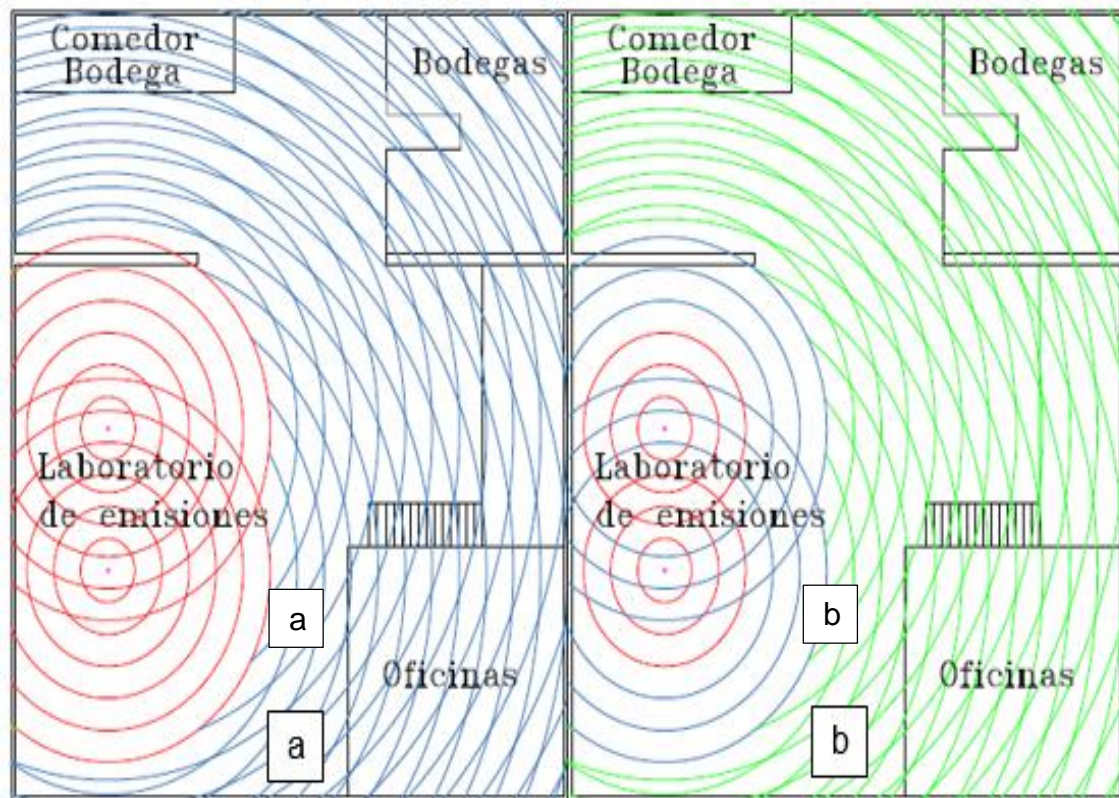


Figura 3.25. Propagación del ruido con y sin paneles acústicos

Para el caso del revestimiento de la fachada frontal de las oficinas del CCICEV, se consideró la combinación de materiales, aluminio en paredes y aluminio y vidrio para ventanas y puertas; del análisis se obtuvo que el nivel de presión sonora ponderado en A sería atenuado de 94 a 53 dBA para la triangulación vertical como se observa en la Tabla 3.8, mientras que para las triangulaciones horizontales el nivel de presión sonora ponderado en A se vería reducido de 94 a 54 dBA, como indica la Tabla 3.9, lo que en promedio de las tres triangulaciones representaría que el nivel de presión sonora ponderado en A de 94 se reduciría a 58 dBA, al estar en funcionamiento las dos fuentes emisoras, siendo aproximadamente equivalente al sonido de una conversación, lo que percibirían las personas dentro de sus oficinas.

Tabla 3.8. Nivel de atenuación con y sin revestimiento en fachada frontal de oficinas para triangulación vertical

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NWS (dB)	128	126	122	120	119	117	113	109	
NPS (dB)	98	96	92	90	89	87	83	79	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	72	80	83	87	89	88	84	78	94
N(Ncte*f/340)	2	5	9	18	37	74	148	296	
Atenuación	-17	-20	-23	-24	-24	-24	-24	-24	
Leq (10 m),base	56	60	60	63	65	64	60	54	70
TL	12	11	15	16	22	25	29	34	
Naten (dBA)	44	49	45	47	43	39	31	20	53

Tabla 3.9. Nivel de atenuación con y sin revestimiento en fachada frontal de oficinas para triangulaciones horizontales

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NWS (dB)	128	126	122	120	119	117	113	109	
NPS (dB)	98	96	92	90	89	87	83	79	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	72	80	83	87	89	88	84	78	94
N(Ncte*f/340)	2	4	7	14	28	55	111	221	
Atenuación	-15	-18	-21	-24	-24	-24	-24	-24	
Leq (10 m),base	57	62	61	63	65	64	60	54	71
TL	12	11	15	16	22	25	29	34	
Naten (dBA)	45	51	46	47	43	39	31	20	54

3.2.7 MEDIDA DE CONTROL EN EL RECEPTOR

Esta medida de control se aplica al receptor, desde la Tabla 3.10 a la Tabla 3.14 se pudo obtener como resultado la estimación de la atenuación efectiva de 19 protectores auditivos, de entre ellos 11 son tipo orejera y 8 son tipo tapón, y así se pudo determinar que los tapones 3M 1100 y 1110 ofrecen una mayor atenuación tanto para ruidos graves como agudos, como son tapones desechables pueden suponer una desventaja, por lo tanto también existe la opción de elegir los tapones 3M Ultrafit que ofrecen una segunda mejor atenuación con la ventaja de que no son desechables.

En el caso de que la preferencia sea el uso de protectores auditivos tipo orejera que mejor atenúen sonidos graves como agudos es el protector Sonis 3, pero si la idea es controlar los molestos sonidos agudos, el protector Sonis C ofrece una mayor atenuación, esto se pudo determinar mediante los tres métodos de estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos de la NTP 638 “Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos” (INSHT, 2003, pp. 1 – 8).

De igual forma de acuerdo a la misma NTP 638 indica que el método de bandas de octava para determinar tanto el PNR (Reducción predicha del nivel de ruido) como L'A (Nivel de presión sonora efectivo ponderado en A) es más fiable ya que considera el espectro de atenuación del protector auditivo, el siguiente método que brinda una buena aproximación en el cálculo del PNR es el método H, M y L (método de atenuación a alta, media y baja frecuencia), pero se debe tener cierto cuidado con el método SNR (Índice de reducción único) ya que éste puede variar si preponderan frecuencias sumamente altas o excesivamente bajas en el espectro de atenuación del protector auditivo.

En todo caso, el uso de equipo de protección individual debe ser considerado como la última medida de control, y ésta debería ser de carácter complementario y temporal, además los trabajadores deben conocer y respetar las recomendaciones del fabricante en cuanto al correcto uso y mantenimiento según sea la elección del protector auditivo.

Conociendo las garantías que ofrece determinado fabricante con relación al tiempo de uso del equipo de protección, se debe considerar de forma especial el hecho de que pueden presentarse riesgos derivados de la utilización del equipo de protección.

En las Tabla 3.10 hasta la Tabla 3.14, no fueron colocadas, la actividad 8 y la actividad 9, ya que para el desarrollo de las mismas es netamente en oficina, y no se usa protección auditiva personal.

Tabla 3.10. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (Sonis 1, Sonis 2, Sonis C y Sonis 3)

PROTECTOR AUDITIVO		1		2		3		4	
		SONIS 1		SONIS 2		SONIS C		SONIS 3	
Actividad	Método	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A
A1	BO	20	74	25	69	25	69	31	63
	SNR	20	74	24	70	25	69	30	64
	H,M,L	19	75	24	70	24	70	30	64
A2	BO	24	67	29	62	29	61	35	56
	SNR	25	66	29	62	30	61	35	56
	H,M,L	24	67	29	62	29	62	35	56
A3	BO	17	73	21	69	22	68	27	63
	SNR	16	74	20	70	21	69	26	64
	H,M,L	15	75	20	70	20	70	26	64
A4	BO	17	73	21	68	22	67	27	62
	SNR	16	73	20	69	21	68	26	63
	H,M,L	15	74	20	69	20	69	26	63
A5	BO	17	73	21	69	22	68	27	63
	SNR	16	74	20	70	21	69	26	64
	H,M,L	15	75	20	70	20	70	26	64
A6	BO	17	72	21	67	22	66	27	61
	SNR	16	72	20	68	21	67	26	62
	H,M,L	15	73	20	68	20	68	26	62
A7	BO	17	72	21	67	22	66	27	61
	SNR	16	72	20	68	21	67	26	62
	H,M,L	15	73	20	68	20	68	26	62

Tabla 3.11. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (3M 1430, 3M 1435, 3M 1440 y 3M 1445)

PROTECTOR AUDITIVO		5		6		7		8	
		3M 1430		3M 1435		3M 1440		3M 1445	
Actividad	Método	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A
A1	BO	17	77	18	75	20	74	26	68
	SNR	16	78	18	76	20	74	25	69
	H,M,L	15	78	17	76	19	75	25	69
A2	BO	20	70	22	69	24	67	29	62
	SNR	21	70	23	68	25	66	30	61
	H,M,L	20	71	22	69	24	67	29	62
A3	BO	14	76	15	75	16	74	23	67
	SNR	12	78	14	76	16	74	21	69
	H,M,L	12	78	14	76	15	75	22	68
A4	BO	14	75	15	74	16	73	23	66
	SNR	12	77	14	75	16	73	21	68
	H,M,L	12	77	14	75	15	74	22	67
A5	BO	14	76	15	74	16	73	23	66
	SNR	12	78	14	76	16	74	21	69
	H,M,L	12	78	14	76	15	75	22	68
A6	BO	14	74	15	73	16	72	23	65
	SNR	12	76	14	74	16	72	21	67
	H,M,L	12	76	14	74	15	73	22	66
A7	BO	14	74	15	73	16	72	23	65
	SNR	12	76	14	74	16	72	21	67
	H,M,L	12	76	14	74	15	73	22	66

Tabla 3.12. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (Optime I H510A, Optime I H510B, Optime I H510F y 3M 1100/1110)

PROTECTOR AUDITIVO		9		10		11		12	
		OPTIME I H510A		OPTIME I H510B		OPTIME I H510F		3M 1100 Y 1110	
Actividad	Método	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A
A1	BO	19	75	19	75	20	74	33	61
	SNR	20	74	19	75	21	73	30	64
	H,M,L	18	75	18	76	19	75	32	62
A2	BO	24	66	24	67	25	66	33	57
	SNR	25	66	24	67	26	65	35	56
	H,M,L	25	66	24	67	25	66	34	57
A3	BO	16	74	15	75	17	73	31	59
	SNR	16	74	15	75	17	73	26	64
	H,M,L	14	76	14	76	15	75	31	59
A4	BO	16	74	15	74	17	73	31	58
	SNR	16	73	15	74	17	72	26	63
	H,M,L	14	76	14	75	15	74	31	59
A5	BO	16	74	16	74	17	73	31	59
	SNR	16	74	15	75	17	73	26	64
	H,M,L	14	76	14	76	15	75	31	59
A6	BO	16	73	15	73	17	72	31	57
	SNR	16	72	15	73	17	71	26	62
	H,M,L	14	75	14	74	15	73	31	58
A7	BO	16	73	15	73	17	72	31	57
	SNR	16	72	15	73	17	71	26	62
	H,M,L	14	75	14	74	15	73	31	58

Tabla 3.13 Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (3M 1120 y 1130, 3M 1261 y 1271, 3M 1281 y 1291 Y 3M 1310 barbilla)

PROTECTOR AUDITIVO		13		14		15		16	
		3M 1120 Y 1130		3M 1261 Y 1271		3M 1281 Y 1291		3M 1310 barbilla	
Actividad	Método	PNR	L' _A	PNR	L' _A	PNR	L' _A	PNR	L' _A
A1	BO	29	65	22	72	18	76	22	72
	SNR	27	67	18	76	14	80	19	75
	H,M,L	28	66	21	73	17	77	20	74
A2	BO	31	59	22	68	18	72	23	68
	SNR	32	59	23	68	19	72	24	67
	H,M,L	31	60	22	68	18	72	22	69
A3	BO	27	63	20	70	16	74	20	70
	SNR	23	67	14	76	10	80	15	75
	H,M,L	27	64	20	70	16	74	19	71
A4	BO	27	63	20	69	16	73	20	70
	SNR	23	66	14	75	10	79	15	74
	H,M,L	27	63	20	70	16	74	19	71
A5	BO	27	63	20	70	16	74	20	70
	SNR	23	67	14	76	10	80	15	75
	H,M,L	27	63	20	70	16	74	19	71
A6	BO	27	62	20	68	16	72	20	69
	SNR	23	65	14	74	10	78	15	73
	H,M,L	27	62	20	69	16	73	19	70
A7	BO	27	62	20	68	16	72	20	69
	SNR	23	65	14	74	10	78	15	73
	H,M,L	27	62	20	69	16	73	19	70

Tabla 3.14. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, mediante el método de bandas de octava, H, M y L y SNR, por actividad y tipo de protector auditivo (3M 1310 nuca, 3M Ultrafit Y 3M E-A-R Classic)

PROTECTOR AUDITIVO		17		18		19	
		3M 1310 nuca		3M Ultrafit		3M E-A-R Classic	
Actividad	Método	PNR	L'A	PNR	L'A	PNR	L'A
A1	BO	20	73	27	67	23	71
	SNR	18	76	25	69	21	73
	H,M,L	19	75	26	68	23	71
A2	BO	22	69	28	62	24	66
	SNR	23	68	30	61	26	65
	H,M,L	21	70	28	63	24	66
A3	BO	18	72	25	65	22	68
	SNR	14	76	21	69	17	73
	H,M,L	18	72	25	65	22	68
A4	BO	18	71	26	64	22	68
	SNR	14	75	21	68	17	72
	H,M,L	18	72	25	65	22	68
A5	BO	18	72	26	64	22	68
	SNR	14	76	21	69	17	73
	H,M,L	18	72	25	65	22	68
A6	BO	18	70	25	63	22	67
	SNR	14	74	21	67	17	71
	H,M,L	18	71	25	64	22	67
A7	BO	18	70	25	63	22	67
	SNR	14	74	21	67	17	71
	H,M,L	18	71	25	64	22	67

3.2.7.1 Tiempo de utilización del protector auditivo

El análisis desde la Tabla 3.15 a la Tabla 3.18 arroja como resultados los niveles de atenuación según el tipo de protector auditivo y el tiempo de utilización del mismo, en los primeros 5 minutos de no utilización del protector auditivo, se presenta una mayor variación en la atenuación global, esta disminuye en aproximadamente 10 dBA con el uso de el protector auditivo tipo orejera Sonis C

al igual que con los protectores auditivos tipo tapón 3M 1100/1110 y 3M Ultrafit, cosa que no ocurre con el protector tipo orejera Sonis 3 que disminuye aproximadamente 20 dBA.

Tabla 3.15. Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo Sonis 3

Actividad	Tiempo de exposición (min)	Laeq (dBA)	Laeq d (dBA)	L'A (dBA)	Tiempo de utilización del protector auditivo (min)			
				Sonis 3	t2 (5)	t3 (10)	t4 (15)	t5 (20)
A1	60	94	85	63	55	50	45	40
A2	60	90	81	55	55	50	45	40
A3	60	90	81	63	55	50	45	40
A4	30	89	77	62	25	20	15	10
A5	30	90	78	63	25	20	15	10
A6	60	88	79	61	55	50	45	40
A7	60	88	79	61	55	50	45	40
A8	120	75	69	75	120	120	120	120
A9	120	73	67	73	120	120	120	120
Total de actividades	Tiempo de exposición (min) por puesto	Laeq (dBA) por puesto	Laeq (dBA) <small>act >85 dBA</small>	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)
9	480	89	89	60	80	82	84	85

Tabla 3.16. Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo Sonis C

Actividad	Tiempo de exposición (min)	Laeq (dBA)	Laeq d (dBA)	L'A (dBA)	Tiempo de utilización del protector auditivo (min)			
				Sonis C	t2 (5)	t3 (10)	t4 (15)	t5 (20)
A1	60	94	85	68	55	50	45	40
A2	60	90	81	61	55	50	45	40
A3	60	90	81	68	55	50	45	40
A4	30	89	77	67	25	20	15	10
A5	30	90	78	68	25	20	15	10
A6	60	88	79	66	55	50	45	40
A7	60	88	79	66	55	50	45	40
A8	120	75	69	75	120	120	120	120
A9	120	73	67	73	120	120	120	120
Total de actividades	Tiempo de exposición (min) por puesto	Laeq (dBA) por puesto	Laeq (dBA) <small>act >85 dBA</small>	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)
9	480	89	89	71	80	82	84	85

Tabla 3.17. Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo 3M 1100/1110

Actividad	Tiempo de exposición (min)	Laeq (dBA)	Laeq d (dBA)	L'A (dBA)	Tiempo de utilización del protector auditivo (min)			
				3M 1100/10	t2 (5)	t3 (10)	t4 (15)	t5 (20)
A1	60	94	85	61	55	50	45	40
A2	60	90	81	57	55	50	45	40
A3	60	90	81	59	55	50	45	40
A4	30	89	77	58	25	20	15	10
A5	30	90	78	59	25	20	15	10
A6	60	88	79	57	55	50	45	40
A7	60	88	79	57	55	50	45	40
A8	120	75	69	75	120	120	120	120
A9	120	73	67	73	120	120	120	120
Total de actividades	Tiempo de exposición (min) por puesto	Laeq (dBA) por puesto	Laeq (dBA) act >85 dBA	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)
9	480	89	89	69	80	82	84	85
		89						

Tabla 3.18. Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz del protector auditivo 3M Ultrafit

Actividad	Tiempo de exposición (min)	Laeq (dBA)	Laeq d (dBA)	L'A (dBA)	Tiempo de utilización del protector auditivo (min)			
				3M Ultrafit	t2 (5)	t3 (10)	t4 (15)	t5 (20)
A1	60	94	85	66	55	50	45	40
A2	60	90	81	62	55	50	45	40
A3	60	90	81	65	55	50	45	40
A4	30	89	77	64	25	20	15	10
A5	30	90	78	64	25	20	15	10
A6	60	88	79	63	55	50	45	40
A7	60	88	79	63	55	50	45	40
A8	120	75	69	75	120	120	120	120
A9	120	73	67	73	120	120	120	120
Total de actividades	Tiempo de exposición (min) por puesto	Laeq (dBA) por puesto	Laeq (dBA) act >85 dBA	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)	Naten (dBA)
9	480	89	89	70	80	82	84	85
		89						

En la Tabla 3.19 se observa, la mayor variación por no usar el protector auditivo en los primeros 35 minutos al considerar el tiempo de forma global, y 5 minutos al considerar cada actividad, al cumplir 1 h 10 min del no uso del protector auditivo considerado como 10 min por actividad.

La variación de atenuación deja de ser notable entre los 4 protectores auditivos pero aún se mantienen dentro de una exposición aceptable, cosa que deja de suceder a las 2 h 20 min de no uso de los protectores auditivos, es decir, a los 20 min de no uso en cada actividad.

Para obtener estos resultados las actividades en laboratorio fueron consideradas con la atenuación de cada uno de los protectores auditivos y para la actividad en oficina, se mantuvo el valor de exposición determinada como el nivel de presión sonora equivalente ponderada en A.

Tabla 3.19. Nivel de presión sonora equivalente diario eficaz para los 4 tipos de protectores auditivos seleccionados de acuerdo a la atenuación

Tiempo utilización protector		Naten (dBA)			
(horas)	(minutos)	Sonis 3	Sonis C	3M 1100/10	3M Ultrafit
8	00	60	71	69	70
7	25	80	80	79	80
6	50	82	82	82	82
6	15	84	84	84	84
5	40	85	85	85	85
5	05	86	86	86	86
0	00	89	89	89	89

En la Figura 3.26 se puede observar las variaciones que presenta la Tabla 3.16 de acuerdo al tipo de protector auditivo y el tiempo de uso del mismo con relación al nivel de presión sonora equivalente diario eficaz expresado en dBA.

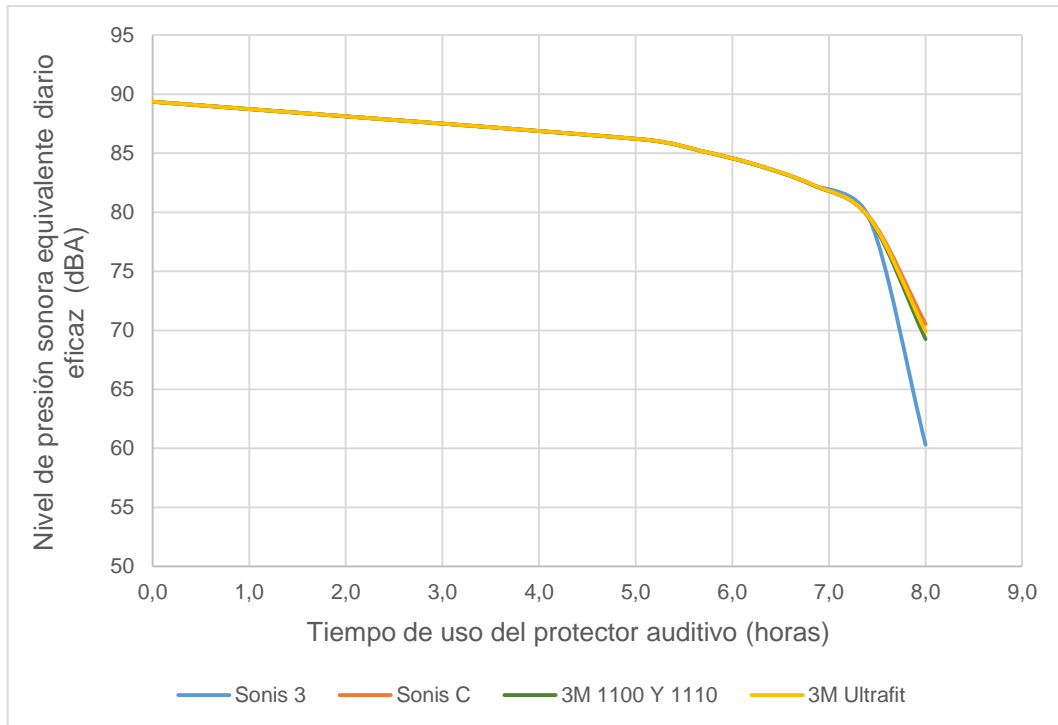


Figura 3.26. Nivel de ruido con relación a la variación del tiempo en el uso del protector auditivo

En lo que se refiere a las medidas administrativas u organizativas, es necesario que los trabajadores realicen pausas activas o pasivas en lugares libres de ruido, que apaguen las fuentes de ruido si no las están utilizando y que avisen a sus compañeros de trabajo cada vez que vayan a realizar una actividad ruidosa, esto con el objetivo de reducir la exposición laboral de los trabajadores.

Dentro de estas medidas, existen otras complementarias como son, la señalización de los espacios de trabajo, la formación e información periódica referente a seguridad y salud laboral a todos y cada uno de los trabajadores, así como, llevar a cabo programas de vigilancia de la salud, considerando de especial cuidado los exámenes de inicio, y fin de gestión, así como, los exámenes periódicos; para llevar un registro histórico de los acontecimientos.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Los factores de exposición laboral a ruido se obtuvieron a partir de una breve lista de verificación, una entrevista, y una encuesta, lo que llevó a que efectivamente el ruido es parte del día a día del personal del CCICEV, y que a más de percibirlo genera ciertas interrupciones y molestias al desarrollar sus actividades laborales.
- La evaluación de riesgos se realizó mediante el análisis cualitativo y cuantitativo, de ello se obtuvo que el riesgo es importante y el nivel de presión sonora equivalente diario ponderado en A para los dos puestos críticos del área técnica es de 89 dBA y para el puesto crítico del área administrativa es de 75 dBA, por lo tanto existe sobreexposición y se requiere de medidas para su control.
- Las medidas de control fueron propuestas para la fuente, el medio y el receptor, entonces la fuente puede ser controlada mediante la instalación de una cabina de insonorización de aluminio de espesor de 1 mm, para el medio de transmisión se debe colocar 220 paneles de lana de vidrio en el techo del galpón así como un revestimiento de la fachada frontal de las oficinas con aluminio y vidrio, y para los receptores el uso de protectores auditivos desechables o no desechables de acuerdo a la comodidad del usuario.
- Aparte de las medidas técnicas de control, las medidas administrativas u organizativas deben ser parte de la gestión del ruido, ya que, permiten reducir el tiempo de exposición de los trabajadores.
- La distribución de ambientes (laboratorio - oficinas) impide desarrollar las actividades laborales administrativas (de oficina) de forma apropiada, debido a la distracción por ruido dentro del mismo galpón.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un plan de prevención de riesgos laborales general, así como un plan de emergencias en el CCICEV, para evitar situaciones que puedan afectar a los trabajadores, visitantes, a las instalaciones y al medio ambiente velando así por la continuidad de actividades laborales.

- Establecer un programa de vigilancia de la salud en el que se realice exámenes médicos auditivos al inicio y fin de gestión, así como, de control periódico cada 3 años, para cumplir en cierta forma las medidas administrativas.

- Planificar charlas para los trabajadores, las que serán relacionadas a seguridad en el trabajo para que puedan conocer los riesgos a los que se encuentran expuestos y así evitar actos o condiciones inseguras, siendo de igual forma parte primordial en cuanto al cumplimiento de las medidas administrativas.

- Realizar pausas activas y pausas pasivas de ser el caso, para que las personas puedan despejar su mente y reducir el estrés que puedan llegar a sentir.

- Generar buenas prácticas laborales en la que los trabajadores se comprometan de forma responsable con su seguridad y la de terceros.

- Implementar conductas de seguridad colectiva evitando conductas competitivas, esto permitirá el crecimiento del grupo de trabajo y la valoración de todos sus miembros.

- Evaluar la contaminación laboral por emisión de gases en el CCICEV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 3M TM. (2007). 3M TM Protección auditiva, facial y de cabeza. Recuperado de <http://multimedia.3m.com/mws/media/467921O/hearing-catalogue.pdf> (Diciembre, 2019)
2. Álvarez, A. (2016). Educar la voz y el oído. Barcelona: Paidotribo.
3. Avilés, R., y Perera, R. (2017). Manual de acústica ambiental y arquitectónica. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A
4. Baraza, X., Castejón, E., y Guardino, X. (2014). Higiene Industrial. Barcelona: UOC.
5. Cahueñas, R. (2018). Diseño de una cabina insonorizada para un Laboratorio de calibración de equipos de Monitoreo de ruido. Recuperado de https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3177/2/TESIS%20FINAL_RODRIGO%20CAHUE%C3%91AS_AGOSTO%202018.pdf (Diciembre, 2019)
6. Carrión Isbert, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
7. Castillo, J., y Juárez, M. (2014). Diseño de un sistema de voceo semiautomático a través del microcontrolador arduino. Recuperado de <https://docplayer.es/59105550-Instituto-politecnico-nacional-diseno-de-un-sistema-de-voceo-semiautomatico-a-traves-del-microcontrolador-arduino-tesis.html> (Enero, 2020)
8. Chávez, J. (2006). Efectos del ruido sobre la salud. Ciencia y Trabajo. Recuperado de

- http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/3._Contaminacion_Fisica/3_ruidoefectos.pdf (Diciembre 2019)
9. Cirrus Research plc. (2013). Cirrus Research plc: Technical Papers and Notes. Recuperado de https://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/technical_papers/TN31_Calculcation_of_NR_and_NC_Curves_in_the_optimus_sound_level_meter_and_NoiseTools_software.pdf (Enero, 2020)
 10. Cirrus Research, p. (2007). Noisetools.
 11. Congreso Nacional. (2017). Ley orgánica de salud. Recuperado de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%C3%81NICA-DE-SALUD4.pdf> (Enero, 2020)
 12. Consejo Andino. (2012a). Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECISI%C3%93N-584.-INSTRUMENTO-ANDINO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-TRABAJO.pdf> (Enero, 2020)
 13. Consejo Andino. (2012b). Reglamento del instructivo andino de seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/RESOLUCI%C3%93N-957.-REGLAMENTO-DEL-INSTRUCTIVO-ANDINO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-TRABAJO.pdf> (Enero, 2020)
 14. Cortés, J. (2009). Técnicas de prevención de riesgos laborales. (9na edición). Madrid: Tébar.
 15. Cortés, J. (2012). Seguridad e higiene. (10a. ed.). Madrid: Tébar Flores.
 16. Cromer, A. (1996). Física para las ciencias de la vida. Barcelona: Reverté.

17. Deambrosi, M. (2012). Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República Uruguay. Recuperado de <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/teoricos-y-tablas/> (Diciembre 2019)
18. DEGSO. (2009). DEGSO: Hoja de datos técnicos. Recuperado de <http://www.degso.com/wp-content/uploads/3MH510.pdf>
19. Duarte De Fex, H. (1998). Constitución política e instrucción cívica. (2da edición).
20. Entidades Gubernamentales, E. (1986). Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf> (Enero, 2020)
21. Estado Ecuatoriano. (2012a). Constitución del Ecuador. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion-20081.pdf> (Enero, 2020)
22. Estado Ecuatoriano. (2012b). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf> (Enero, 2020)
23. Falagán, M. J. (2008). Higiene Industrial Tomo II Agentes físicos y actividades especiales. Oviedo: Fundación Luis Fernández Velasco.
24. Floría, P. (2007). Gestión de la higiene industrial en la empresa. Madrid: FC Editorial.

25. Florido, F. (2008). Junta de Andalucía: Consejería de empleo, formación y trabajo autónomo. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/empleo/recursos/dg_prl/prevexpo/2008/documentos/comunicaciones_orales/dia_25/2008_09_25-sala1-3_confort_acustico_examen_metodologias_evaluacion_riesgo.pdf (Diciembre, 2019)
26. H. Consejo Nacional. (2012). Código del trabajo. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/C%C3%B3digo-de-Tabajo-PDF.pdf> (Enero, 2020)
27. Henao, F. (2014a). Riesgos físicos I ruido, vibraciones y presiones anormales. Bogotá: Ecoe Ediciones.
28. Henao, F. (2015b). Codificación en salud ocupacional (2ª. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
29. Herrick, R. (2012). Capítulo 30 Higiene industrial. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+30.+Higiene+industrial> (Diciembre, 2019)
30. INSHT. (2000). Evaluación de riesgos laborales. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d (Diciembre, 2019)
31. INSHT. (2003). Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/evaluacionriesgospyme/391f8fb1-d5dd-4a59-af90-b52d15d32633> (Agosto, 2019)
32. INSHT. (2003). NTP 638 Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos. Recuperado de

- https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_638.pdf/ec7cda7b-d636-48de-8d05-020cd25857a9 (Agosto, 2019)
33. INSHT NTP 270. (s/f). NTP 270 Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_270.pdf/9c674732-ce77-481f-8c38-ffc03579bb75 (Agosto, 2019)
34. INSHT/INSSBT. (s.f.). Calculadores INSHT. Recuperado de <http://calculadores.inssbt.es/Evaluaci%C3%B3ndelaexposici%C3%B3nalruido/Introducci%C3%B3n.aspx> (Agosto, 2019)
35. INSHT/INSST. (2012). NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/326879/951w.pdf/fc57e51d-5251-4662-ba16-e1b3a6a8706d> (Agosto, 2019)
36. ISO. (2018). Norma Internacional ISO 45001 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Ginebra.
37. ISTAS, I. S. (s.f.). Evaluación de riesgos laborales. Recuperado de <https://istas.net/salud-laboral/actividades-preventivas/evaluacion-de-riesgos-laborales> (Agosto, 2019)
38. Jaramillo, A. (2007). Acústica: La ciencia del sonido. Medellín: Fondo Editorial ITM.
39. Kane, J., y Sternheim, M. (2016). Física. Barcelona: Reverté.
40. Menéndez, F. (2008). Higiene industrial: Manual para la formación del especialista. Valladolid: Lex Nova.

41. Mestre, V. (2008). Contaminación acústica. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP> (Julio, 2020)
42. Ministerio del trabajo. (2012a). Instructivo para el cumplimiento de las obligaciones de empleadores. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-135.-INSTRUCTIVO-PARA-EL-CUMPLIMIENTO-DE-LAS-OBLIGACIONES-DE-EMPLEADORES.pdf> (Enero, 2020)
43. Ministerio del trabajo y bienestar social. (2012b). Reglamento de los servicios médicos de las empresas. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-1404.-REGLAMENTO-DE-LOS-SERVICIOS-MEDICOS-DE-LAS-EMPRESAS.pdf> (Enero, 2020)
44. Ochoa, J., y Bolaños, F. (1990). Medida y control del ruido. Barcelona: Marcombo.
45. OIT. (2012). CVN 148 Protección de los trabajadores contra riesgos profesionales. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/CVN-148-PROTECCION-DE-LOS-TRABAJADORES-CONTRA-RIESGOS-PROFESIONALES.pdf> (Enero, 2020)
46. Ramírez, C. (1991). Seguridad Industrial: un enfoque integral. Limusa.
47. Ramírez, D. (2019). Utilización del método de los Elementos finitos para el diseño Teórico de una pantalla acústica Basada en cristales de sonido. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124666/Ram%C3%ADrez%20-%20Utilizaci%C3%B3n%20del%20m%C3%A9todo%20de%20los%20elem>

- entos%20finitos%20para%20el%20dise%C3%B1o%20te%C3%B3rico%20de%20una%20pantalla%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y
48. Rougeron, C. (1977). Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Barcelona: Editores técnicos asociados.
49. Rubio Romero, J. (2005). Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
50. Savolainen, H. (2012). Capítulo 11 Órganos sensoriales. Recuperado de https://www.cso.go.cr/temas_de_interes/medicina_del_trabajo/archivos/11.pdf (Diciembre, 2019)
51. Seguro general de riesgos del trabajo. (2017). Resolución C.D. 513 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo. Recuperado de https://sart.iesgob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf (Enero, 2020)
52. SERIPACAR S.A. (2016a). Asesoría y equipos de seguridad industrial. Recuperado de <http://www.seripacar.com.ec/wp-content/uploads/2016/07/Ultrafit-1.pdf> (Diciembre, 2019)
53. SERIPACAR S.A. (2016b). Asesoría y equipos de seguridad industrial. Recuperado de <http://www.seripacar.com.ec/wp-content/uploads/2016/07/PP-01-002-CLASSIC.pdf> (Diciembre, 2019)
54. Sonis TM. (2017). Gama de orejeras contra el ruido. Recuperado de <http://www.equipodeproteccionindividual.com/jsp-distribuidor-oficial/fichas-tecnicas-epi-jsp/orejeras-proteccion-SONIS.pdf> (Diciembre, 2019)
55. Suter, A. (2012). Capítulo 47 Ruido. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+47.+Ruido> (Agosto, 2019)

56.UNAM. (2006). Problemas sociales, económicos y políticos de México. México D.F.: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.


57.UTPL. (2009). STUDYLIB Guía didáctica: Derecho constitucional. Recuperado de <https://studylib.es/doc/7824550/5.2.-teor%C3%ADa-de-la-pir%C3%A1mide-jur%C3%ADdica-de-kelsen> (Enero, 2020)

ANEXOS

ANEXO I

LISTA DE VERIFICACIÓN DEL INSHT, SECCIÓN REFERENTE A RUIDO

Mediante la lista de identificación inicial de riesgos de la Figura AI. 1, si la situación en el lugar de estudio es aceptable o requiere ser evaluada.



LISTA DE IDENTIFICACIÓN INICIAL DE RIESGOS

1	<input type="checkbox"/> Algún trabajador refiere molestias por el ruido que tiene en su puesto de trabajo.
2	<input type="checkbox"/> Hay que forzar la voz para poder hablar con los trabajadores de puestos cercanos debido al ruido.
3	<input type="checkbox"/> Es difícil oír una conversación en un tono de voz normal a causa del ruido.
4	<input type="checkbox"/> Los trabajadores refieren dificultades para concentrarse en su trabajo debido al ruido existente.

RUIDO

Ningún ítem marcado => situación aceptable
 Algún ítem marcado => evaluar con el método correspondiente
 Algún ítem marcado (*) => consultar con un técnico especialista de un servicio de prevención.
Fuente: INSHT 2003, Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME, pág. 17.

Figura AI. 1. Lista de identificación inicial de riesgos, sección referente a ruido.


(INSHT, 2003, p. 17)

ANEXO II

ENCUESTA PARA DIAGNOSTICAR LA INCIDENCIA DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN EL CCICEV

La Figura AII. 1 y la Figura AII. 2, forman parte de la encuesta realizada al personal que labora en el CCICEV.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIQA
MSI - PRL



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, ésta tiene como objetivo recibir información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

<p>SEXO</p> <p><input type="radio"/> Mujer</p> <p><input type="radio"/> Hombre</p> <p>EDAD</p> <p><input type="radio"/> Entre 18 y 40 años</p> <p><input type="radio"/> Entre 41 y 60 años</p> <p><input type="radio"/> Más de 61 años</p> <p>ÁREA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Técnica</p> <p><input type="radio"/> Administrativa</p> <p><input type="radio"/> Servicios</p> <p>JORNADA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)</p> <p><input type="radio"/> 8 horas</p> <p><input type="radio"/> Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)</p>	<p>¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRADO AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿SE SIENTE ESTRESADO?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p>
---	--

1/2

Figura AII. 1 Primera parte de la encuesta de 20 preguntas

<p>ESTANCIA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menor a 2 años</p> <p><input type="radio"/> Entre 2 y 5 años</p> <p><input type="radio"/> Mayor a 5 años</p> <p>¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Rara vez</p>	<p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p>
---	---

MUCHAS GRACIAS! 2/2

Figura AII. 2. Segunda parte de la encuesta de 20 preguntas

ANEXO III

ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DEL CCICEV

Desde la Figura AIII. 1 hasta la Figura AIII. 19, es posible observar la respuesta a la encuesta, de cada una de las personas que laboran en el CCICEV.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGA
MSI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta se requiere su identificación, ésta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente veraces. En adelante, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

<p>SEXO</p> <p><input type="radio"/> Mujer</p> <p><input checked="" type="radio"/> Hombre</p> <p>EDAD</p> <p><input checked="" type="radio"/> Entre 18 y 40 años</p> <p><input type="radio"/> Entre 41 y 60 años</p> <p><input type="radio"/> Más de 61 años</p> <p>ÁREA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Técnica</p> <p><input checked="" type="radio"/> Administrativa</p> <p><input type="radio"/> Servicio</p> <p>JORNADA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menos de 8 horas (¿Cuántas? _____)</p> <p><input checked="" type="radio"/> 8 horas</p> <p><input type="radio"/> Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)</p>	<p>¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRADO AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿SE SIENTE ESTRESADO?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p>	<p>ESTANCIA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menos de 2 años</p> <p><input type="radio"/> Entre 2 y 5 años</p> <p><input checked="" type="radio"/> Mayor a 5 años</p> <p>¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca así</p>	<p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Siempre</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p>
---	---	--	---

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 1. Encuesta 1 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGA
MSI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta se requiere su identificación, ésta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente veraces. En adelante, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

<p>SEXO</p> <p><input type="radio"/> Mujer</p> <p><input checked="" type="radio"/> Hombre</p> <p>EDAD</p> <p><input checked="" type="radio"/> Entre 18 y 40 años</p> <p><input type="radio"/> Entre 41 y 60 años</p> <p><input type="radio"/> Más de 61 años</p> <p>ÁREA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Técnica</p> <p><input checked="" type="radio"/> Administrativa</p> <p><input type="radio"/> Servicio</p> <p>JORNADA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menos de 8 horas (¿Cuántas? _____)</p> <p><input checked="" type="radio"/> 8 horas</p> <p><input type="radio"/> Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)</p>	<p>¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRADO AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿SE SIENTE ESTRESADO?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p>	<p>ESTANCIA LABORAL</p> <p><input type="radio"/> Menos de 2 años</p> <p><input checked="" type="radio"/> Entre 2 y 5 años</p> <p><input type="radio"/> Mayor a 5 años</p> <p>¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Frecuentemente</p> <p>¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?</p> <p><input type="radio"/> Siempre</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca así</p>	<p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Siempre</p> <p><input type="radio"/> Ocasionalmente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p>¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p>¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p>
---	---	--	---

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 2. Encuesta 2 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I D A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente honestas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menos de 3 horas (¿Cuántas? _____)
 3 horas
 Más de 3 horas (¿Cuántas? _____)

ESTANCIA LABORAL
 Menos de 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Más de 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS!!

Figura AIII. 3. Encuesta 3 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I D A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente honestas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menos de 3 horas (¿Cuántas? _____)
 3 horas
 Más de 3 horas (¿Cuántas? _____)

ESTANCIA LABORAL
 Menos de 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Más de 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Sí
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS!!

Figura AIII. 4 Encuesta 4 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIQA
MSEI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Formado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recibir información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UN (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Rara vez

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 10

Figura AIII. 5. Encuesta 5 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIQA
MSEI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Formado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recibir información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UN (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Rara vez

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 10

Figura AIII. 6. Encuesta 6 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I O A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Rara vez

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 7. Encuesta 7 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I O A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Rara vez

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 8. Encuesta 8 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I D A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, ésta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

FOR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 22 años
 Entre 23 y 27 años
 Más de 27 años

ÁREA LABORAL
 Técnico
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRADO AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESADO?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 3 años
 Mayor a 3 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Sí
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS! 20

Figura AIII. 9. Encuesta 9 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I D A
M S I - P R L



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, ésta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

FOR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 22 años
 Entre 23 y 27 años
 Más de 27 años

ÁREA LABORAL
 Técnico
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRADO AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESADO?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 3 años
 Mayor a 3 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Sí
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS! 20

Figura AIII. 10. Encuesta 10 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGA
MSI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

SEXO
 Hombres
 Mujeres

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS!

Figura AIII. 11. Encuesta 11 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGA
MSI - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

SEXO
 Hombres
 Mujeres

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS!

Figura AIII. 12. Encuesta 12 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIQA
MSE - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ENCUESTA DE RESPUESTAS:

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 13. Encuesta 13 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIQA
MSE - PRL

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente sinceras. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicio

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

ENCUESTA DE RESPUESTAS:

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 14. Encuesta 14 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I O A
M E I - P R L

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, solo tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 15. Encuesta 15 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I O A
M E I - P R L

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, solo tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas ¿Cuántas? _____
 8 horas
 Más de 8 horas ¿Cuántas? _____

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Si
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Si
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Si
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDÍFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Si
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Si
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Si
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Si
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Si
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Si
 No

MUCHAS GRACIAS! 30

Figura AIII. 16. Encuesta 16 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGO
MSI - PRL



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
POR FAVOR, LÉA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDIFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Sí
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS

Figura AIII. 17. Encuesta 17 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FIGO
MSI - PRL



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración. La presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO
POR FAVOR, LÉA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO
 Mujer
 Hombre

EDAD
 Entre 18 y 40 años
 Entre 41 y 60 años
 Más de 61 años

ÁREA LABORAL
 Técnica
 Administrativa
 Servicios

JORNADA LABORAL
 Menor a 8 horas (¿Cuántas? _____)
 8 horas
 Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?
 Sí
 No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?
 Sí
 No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?
 Sí
 No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

ESTANCIA LABORAL
 Menor a 2 años
 Entre 2 y 5 años
 Mayor a 5 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDIFONOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?
 Nunca
 Ocasionalmente
 Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?
 Sí
 No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?
 Sí
 No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?
 Sí
 No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?
 Sí
 No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?
 Siempre
 Ocasionalmente
 Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?
 Sí
 No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?
 Sí
 No

MUCHAS GRACIAS

Figura AIII. 18. Encuesta 18 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
F I O A
M S I - P R L

ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO

Estimado personal del CCICEV, se solicita su gentil colaboración, la presente encuesta no requiere su identificación, esta tiene como objetivo recabar información sobre aspectos relacionados a ruido laboral, por tal motivo, sus respuestas deben ser totalmente anónimas. De antemano, muchas gracias por su tiempo.

POR FAVOR, LEE CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA Y MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

SEXO

Mujer

Hombre

EDAD

Entre 18 y 40 años

Entre 41 y 60 años

Más de 60 años

ÁREA LABORAL

Técnica

Administrativa

Operaria

JORNADA LABORAL

Menos de 8 horas (¿Cuántas? _____)

8 horas

Más de 8 horas (¿Cuántas? _____)

¿CONOCE LOS RIESGOS ASOCIADOS A SU TRABAJO?

Sí

No

¿HA RECIBIDO CHARLAS SOBRE SEGURIDAD EN EL TRABAJO?

Sí

No

¿PERCIBE RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?

Sí

No

¿CONSIDERA QUE ESTA ACOSTUMBRAD@ AL RUIDO EN SU LUGAR DE TRABAJO?

Sí

No

¿SE SIENTE ESTRESAD@?

Siempre

Ocasionalmente

Nunca

ESTANCIA LABORAL

Menos de 2 años

Entre 2 y 3 años

Más de 3 años

¿ESCUCHA MÚSICA CON AUDIFONOS?

Nunca

Ocasionalmente

Frecuentemente

¿SE DISTRAE EN BARES, DISCOTECAS O SITIOS CON RUIDOS ALTOS?

Nunca

Ocasionalmente

Frecuentemente

¿RESIDE EN UNA ZONA CONSIDERADA RUIDOSA?

Sí

No

¿LOGRA CONCILIAR EL SUEÑO FÁCILMENTE?

Siempre

Ocasionalmente

Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO INTERRUMPE SUS ACTIVIDADES LABORALES?

Sí

No

¿EL RUIDO PROVOCA QUE LEVANTE LA VOZ PARA COMUNICARSE CON SUS COMPAÑEROS?

Sí

No

¿CONSIDERA QUE SU BUEN HUMOR HA DISMINUIDO DEBIDO AL CANSANCIO MENTAL?

Sí

No

¿SIENTE FATIGA MENTAL AL TERMINAR SU JORNADA LABORAL?

Siempre

Ocasionalmente

Nunca

¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU SALUD?

Sí

No

¿LE HAN REALIZADO EXÁMENES MÉDICOS AUDITIVOS?

Sí

No

12

MUCHAS GRACIAS!!

20

Figura AIII. 19. Encuesta 19 desarrollada por una de las personas que labora en el CCICEV

ANEXO IV

AUDIOMETRÍAS DEL PERSONAL DEL CCICEV

Desde la Figura AIV. 1 hasta la Figura AIV. 10, es posible observar los resultados obtenidos de las audiometrías realizadas a las 19 personas que laboran en el CCICEV.

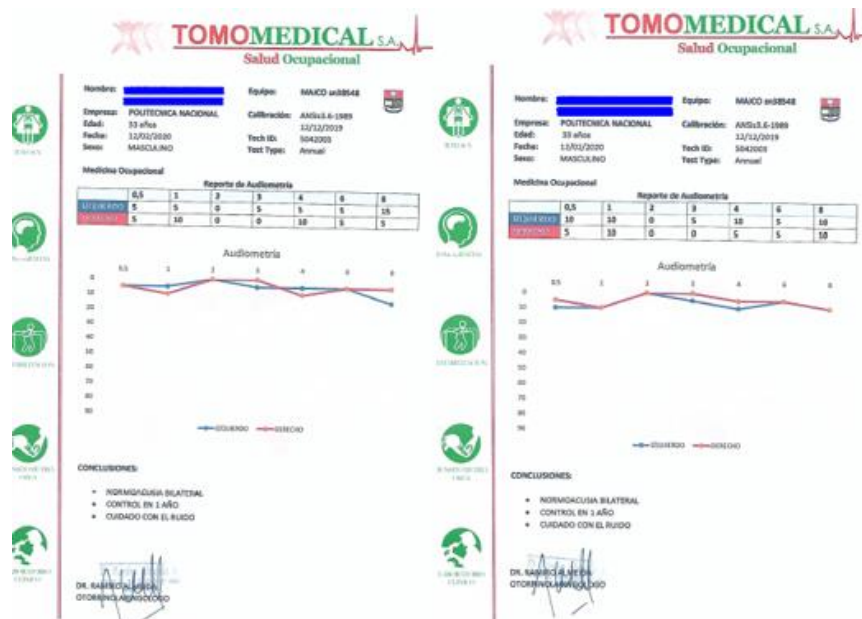


Figura AIV. 1. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

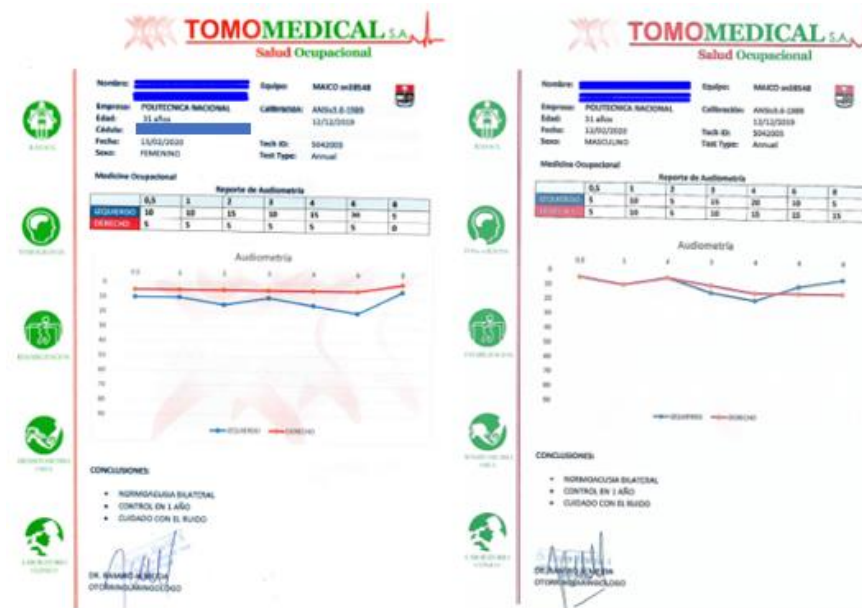


Figura AIV. 2. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

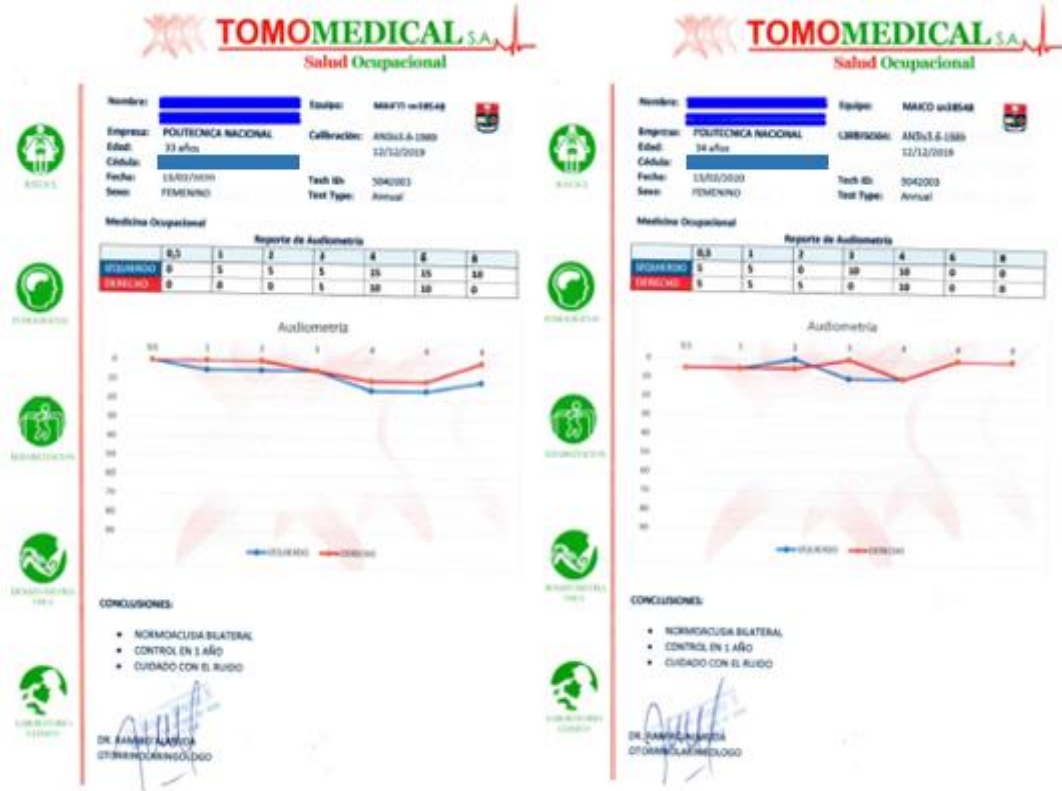


Figura AIV. 3. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

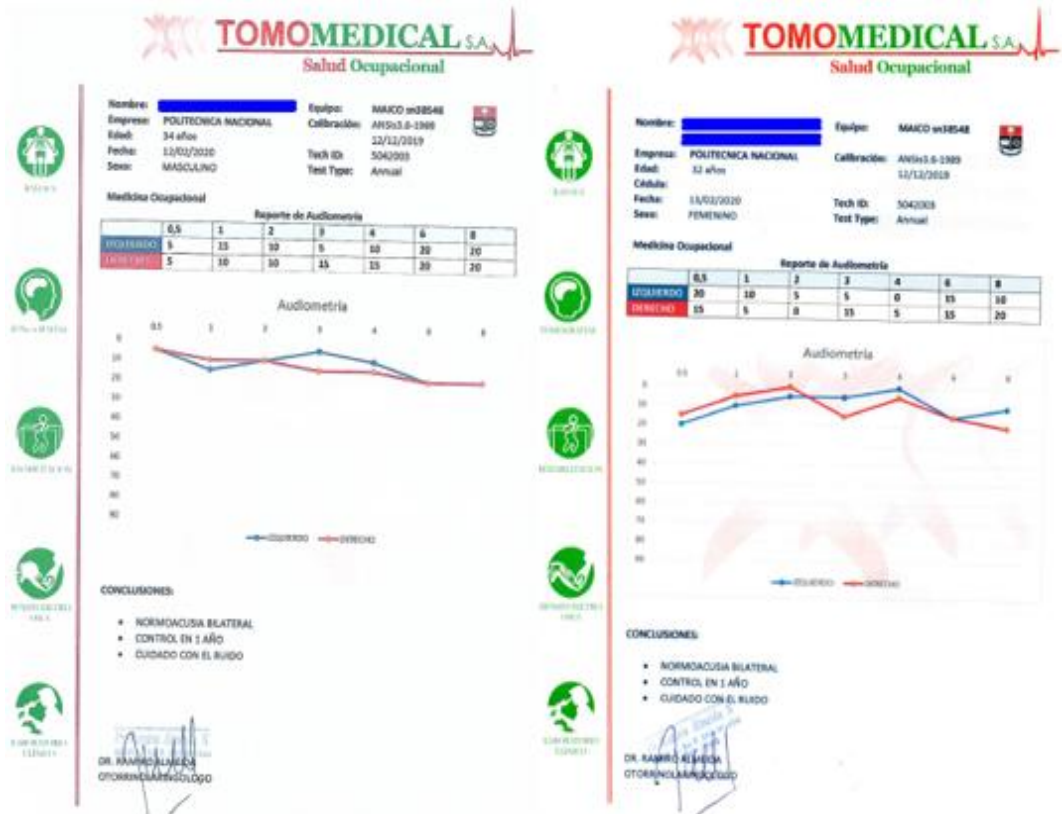


Figura AIV. 4. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

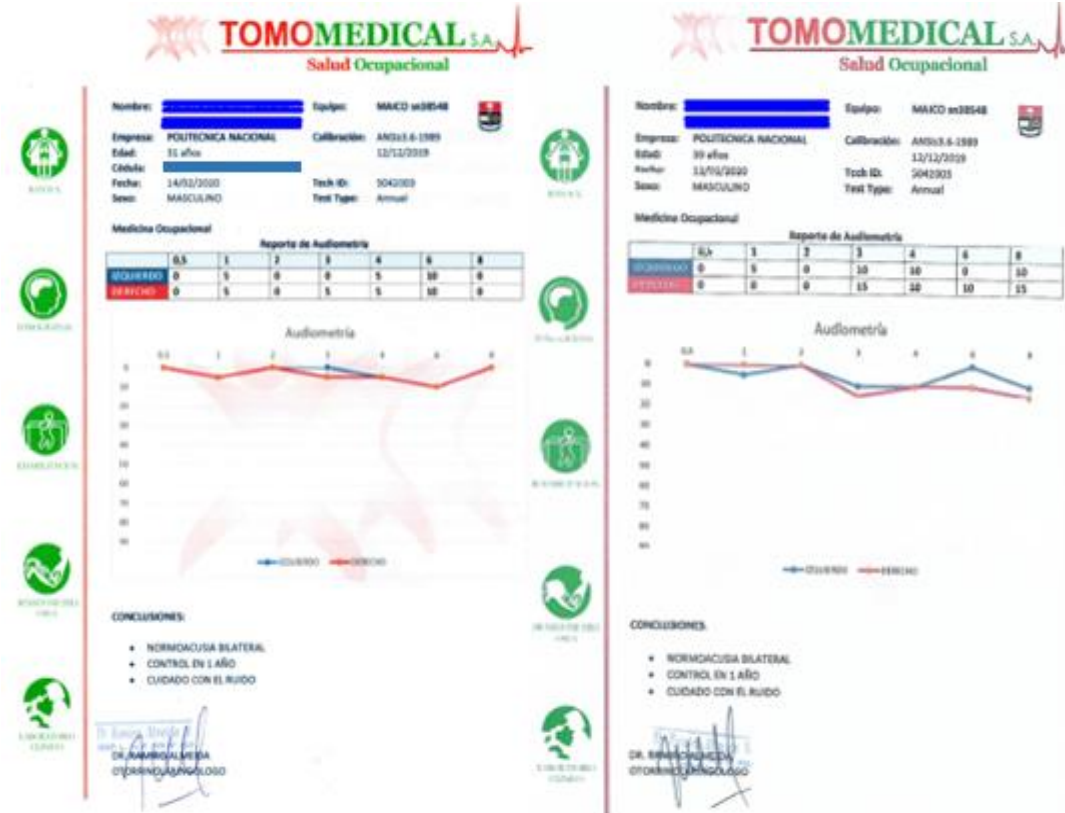


Figura AIV. 5. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

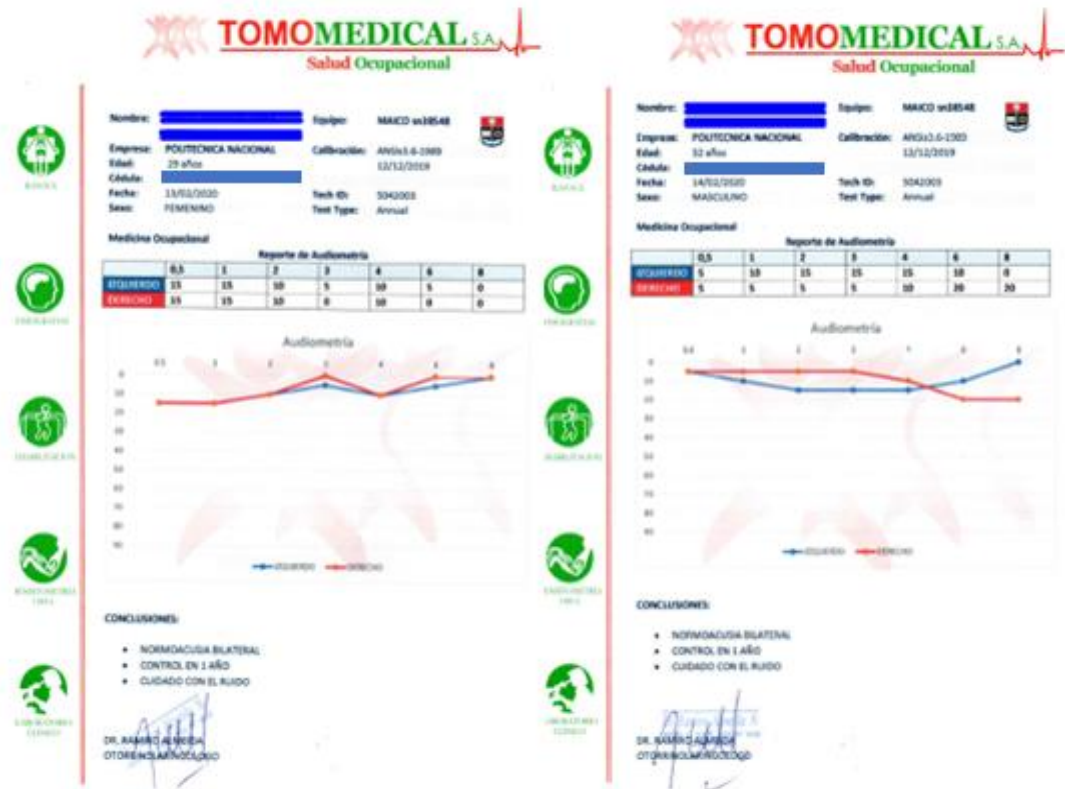


Figura AIV. 6. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

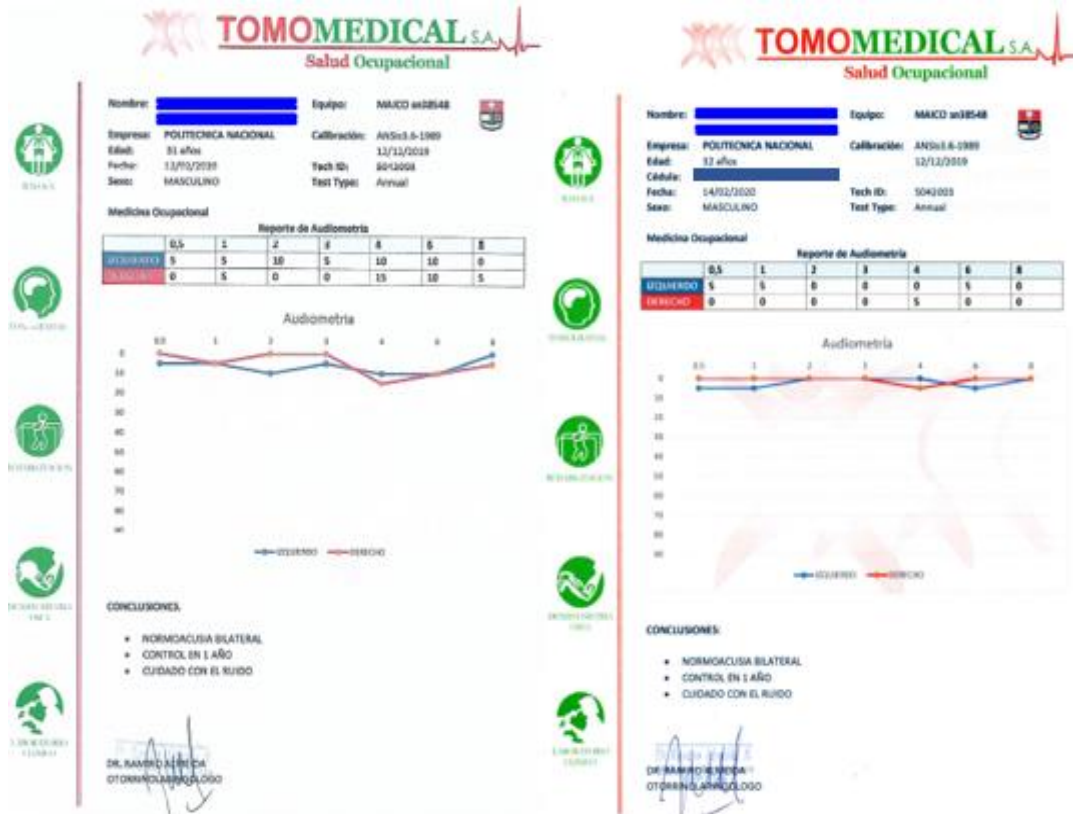


Figura AIV. 7. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

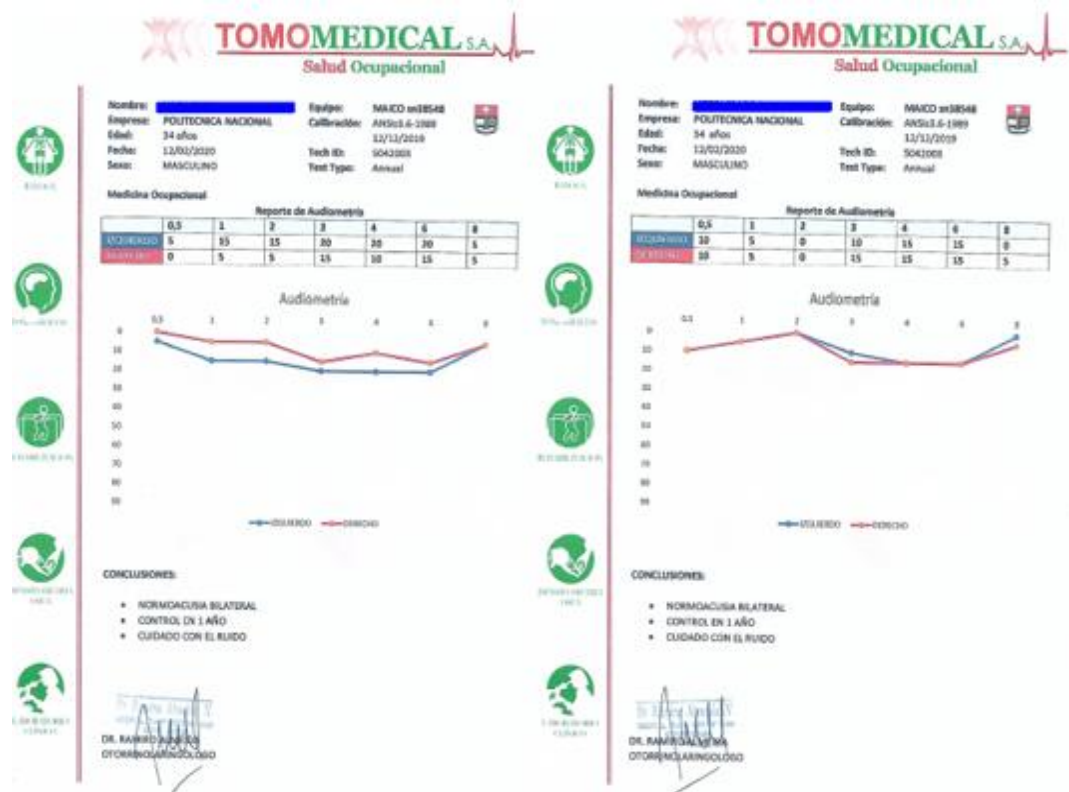


Figura AIV. 8. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV

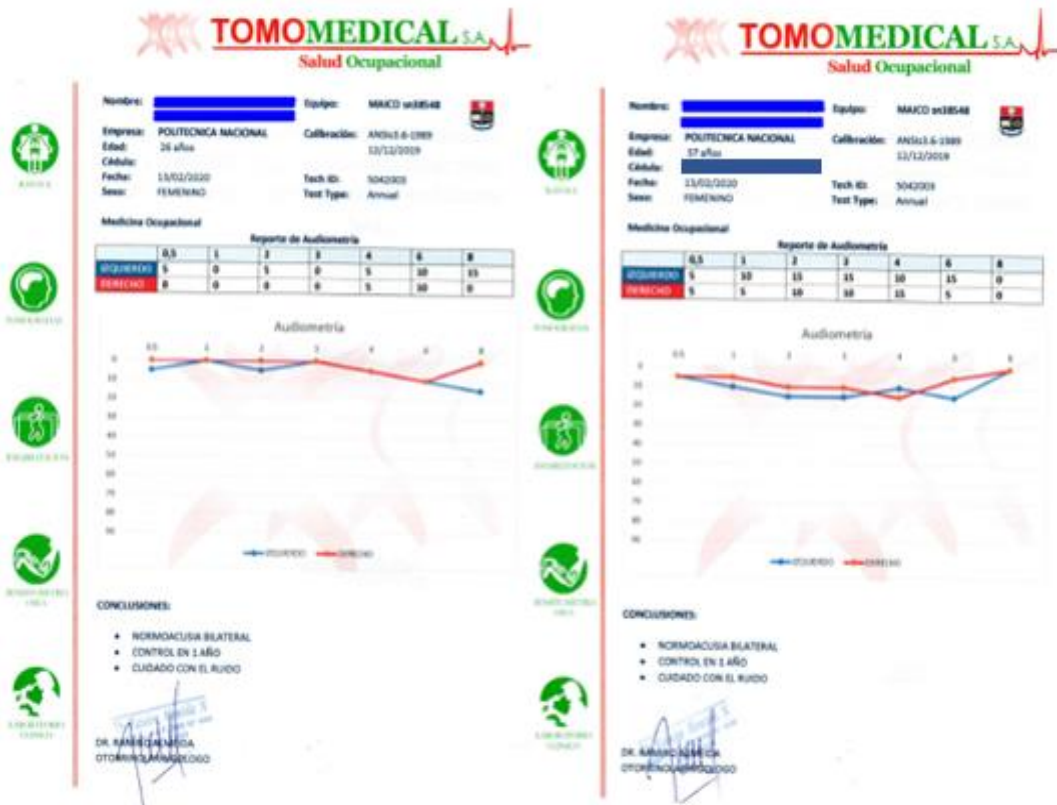


Figura AIV. 9. Audiometrías realizadas a dos personas que laboran en el CCICEV



Figura AIV. 10. Audiometría realizada a una persona que labora en el CCICEV

ANEXO V

DATOS OBTENIDOS MEDIANTE SONÓMETRO Y NIVEL DE PRESIÓN SONORA POR ESCALA DE PONDERACIÓN PARA CADA ACTIVIDAD

En la Figura AV. 1 se representan las escalas de ponderación, relacionadas a la intensidad de sonido que percibe el oído humano.

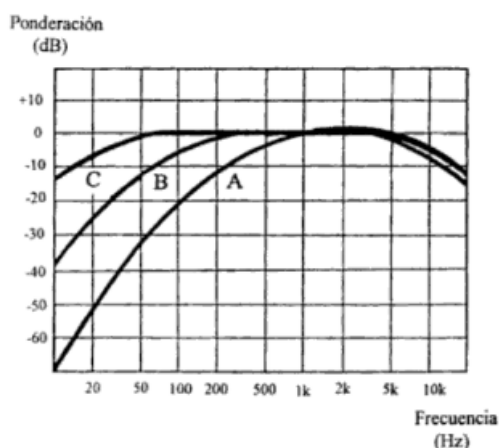


Figura AV. 1. Curvas de ponderación frecuencia o escalas de ponderación en A, B y C
(Floría, 2007, p. 328)

ACTIVIDAD 1

Se realizaron 5 muestreos por cada actividad, con su respectivo nivel de presión sonora ponderado en A, B, C, como ejemplo se tiene la Tabla AV. 1., y la Figura AV. 2.

Tabla AV. 1. Muestreo 1 de la actividad 1 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

547											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	99	97	95	91	90	89	86	82	77	61	103
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	60	71	79	82	87	89	88	83	76	54	94
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	82	88	91	89	90	89	86	81	74	52	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	96	96	95	91	90	89	86	81	74	52	102

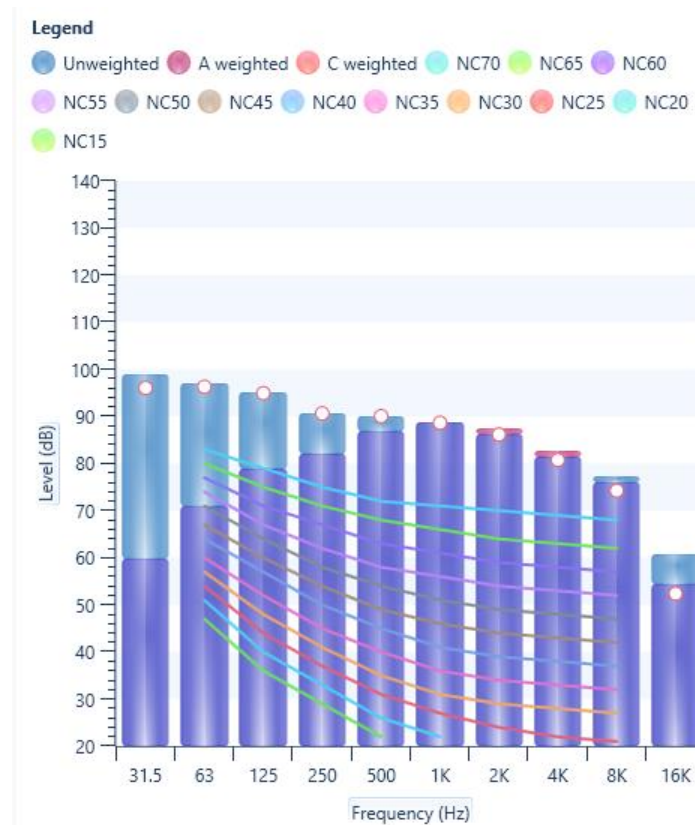


Figura AV. 2. Nivel de presión sonora sin ponderación, nivel de presión sonora ponderada en A y C por banda de octava y curvas NC para el muestreo 1 de la actividad 1

Fuente: Software Noisetools (Cirrus Research, 2007-2011)

Desde la Tabla AV. 2., hasta la Tabla AV. 10, se representa el nivel de presión sonora medio para cada actividad identificada, con su respectivo nivel de presión sonora para la escala A, B y C.

TOTAL ACTIVIDAD 1

Tabla AV. 2. Media de la actividad 1 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 1											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	100	98	96	92	90	89	87	83	79	62	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	61	72	80	83	86	89	88	84	78	56	94
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	83	89	92	91	89	89	87	82	76	54	98
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	97	97	96	92	90	89	86	82	76	54	103

TOTAL ACTIVIDAD 2**Tabla AV. 3.** Media de la actividad 2 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 2											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	84	82	85	84	86	86	84	78	69	57	93
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	45	56	69	76	82	86	86	78	68	50	90
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	67	73	81	83	85	86	84	77	66	49	92
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	82	81	85	84	86	86	84	77	66	48	93

TOTAL ACTIVIDAD 3**Tabla AV. 4.** Media de la actividad 3 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 3											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	99	96	92	87	84	81	74	68	54	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	62	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	84	89	92	90	87	84	81	74	65	46	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	98	98	96	92	87	84	81	74	65	45	103

TOTAL ACTIVIDAD 4**Tabla AV. 5.** Media de la actividad 4 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 4											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	98	95	91	87	83	80	74	67	54	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	61	72	79	82	84	83	82	75	66	47	89
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	1	3	-8	
Leq (dBB)	84	89	91	90	86	83	80	73	64	45	96
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	98	97	95	91	87	83	80	73	64	45	102

TOTAL ACTIVIDAD 5**Tabla AV. 6.** Media de la actividad 5 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 5											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	99	96	91	87	84	81	74	67	54	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	61	72	80	83	84	84	82	75	66	47	90
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	84	89	92	90	87	84	81	74	64	45	96
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8,5	
Leq (dBC)	98	98	96	91	87	84	81	74	64	45	102

TOTAL ACTIVIDAD 6**Tabla AV. 7.** Media de la actividad 6 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 6											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	66	52	103
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	60	71	78	81	82	82	80	74	65	46	88
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	82	88	90	89	85	82	79	72	63	44	95
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	96	96	94	90	86	82	79	72	63	44	101

TOTAL ACTIVIDAD 7**Tabla AV. 8.** Media de la actividad 7 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 7											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	99	97	94	90	86	82	79	73	67	52	103
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	60	71	78	82	82	82	80	74	66	46	88
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	82	88	90	89	85	82	79	72	64	44	95
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	96	96	94	90	86	82	79	72	64	44	101

TOTAL ACTIVIDAD 8**Tabla AV. 9.** Media de la actividad 8 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 8											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	76	73	69	69	67	70	70	64	55	47	80
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	37	47	53	60	64	70	71	65	54	40	75
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	59	64	65	67	67	70	70	63	52	38	76
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	73	72	69	69	67	70	70	63	52	38	79

TOTAL ACTIVIDAD 9**Tabla AV. 10.** Media de la actividad 9 y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

ACTIVIDAD 9											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	87	86	71	67	68	68	66	62	62	50	90
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	48	59	55	59	65	68	67	63	61	43	73
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	70	76	67	66	68	68	66	61	60	42	79
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	84	85	71	67	68	68	66	61	60	41	88

ANEXO VI

DISEÑO DE CABINA DE INSONORIZACIÓN Y DISEÑO DEL REVESTIMIENTO DE LA FACHADA PARA LAS OFICINAS

Desde la Tabla AVI. 1., hasta la Tabla AVI. 3, se representa los datos obtenidos en los 3 muestreos realizados a 1 m del ventilador de enfriamiento; con sus respectivos niveles de presión sonora para la escala de ponderación A, B, y C.

Tabla AVI. 1. Muestreo 1_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

583											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	99	96	91	88	86	83	79	79	59	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	62	72	80	83	84	86	85	80	78	52	92
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	84	89	91	90	87	86	83	78	76	50	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	98	98	95	91	88	86	83	78	76	50	103

Tabla AVI. 2. Muestreo 2_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

584											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	98	96	92	88	87	84	80	81	62	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	62	72	80	83	85	87	86	81	80	56	92
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	84	89	91	90	88	87	84	79	78	54	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	98	98	95	92	88	87	84	79	78	54	103

Tabla AVI. 3. Muestreo 3_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

585											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	102	99	96	92	88	86	83	78	79	60	105
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	62	73	80	83	85	86	84	79	78	53	92
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	85	90	92	91	88	86	83	77	76	52	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	99	98	96	92	88	86	82	77	76	51	103

La Tabla AVI. 4, representa los valores medios del nivel de presión sonora, obtenidos de los 3 muestreos realizados.

Tabla AVI. 4. Media obtenida a partir de tres muestreos_ Nivel de presión sonora a 1 m del ventilador de enfriamiento y nivel de presión sonora ponderada en A, B y C

Máquina Ventilador de Enfriamiento											
Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS (dB)	101	99	96	92	88	86	84	79	80	60	104
Aten A	-39	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	-7	
Leq (dBA)	62	73	80	83	85	86	85	80	79	54	92
Aten B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBB)	84	90	92	90	88	86	83	78	77	52	97
Aten C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	
Leq (dBC)	98	98	96	92	88	86	83	78	77	52	103

AVI. 1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE UNA CABINA DE INSONORIZACIÓN

El diseño de la cabina de insonorización para controlar la exposición a ruido se lleva a cabo a partir del área que ocupará la cabina conformada por varios materiales, entre ellos hormigón, aluminio y aire.

Las dimensiones son:

Largo (l) = 2,4 m

Ancho (a) = 1,0 m

Altura (h) = 1,5 m

Se identifican los materiales que conformarán la cabina de insonorización y se calcula las áreas de cada material así como la sumatoria de áreas.

El área de aluminio representa las 3 caras laterales y la cara superior de la cabina, para el cálculo se emplea la Ecuación AVI. 1.

$$A_{\text{aluminio}} = (l \times h) + (l \times a) + 2 \times (a \times h) \quad [\text{AVI. 1}]$$

$$A_{\text{aluminio}} = (2,4 \times 1,5) + (2,4 \times 1,0) + 2 \times (1,0 \times 1,5) = 9,0 \text{ m}^2$$

El área hormigón representa la sección de losa o cara inferior, donde se apoyará la fuente de ruido, para el cálculo se emplea la Ecuación AVI. 2.

$$A_{\text{hormigón}} = l \times a \quad [\text{AVI. 2}]$$

$$A_{\text{hormigón}} = 2,4 \times 1,0 = 2,4 \text{ m}^2$$

El área de aire representa la sección libre de la cabina que permitirá la ventilación y buen funcionamiento de la fuente de ruido, para el cálculo se emplea la Ecuación AVI. 3.

$$A_{\text{aire}} = l \times h \quad [\text{AVI. 3}]$$

$$A_{\text{aire}} = 2,4 \times 1,5 = 3,6 \text{ m}^2$$

El área total representa la sumatoria de las áreas de todos los materiales que intervienen en el diseño de la cabina de insonorización, para el cálculo se emplea la Ecuación AVI. 4.

$$A_{\text{total}} = A_{\text{aluminio}} + A_{\text{hormigón}} + A_{\text{aire}} \quad [\text{AVI. 4}]$$

$$A_{\text{total}} = 9,0 + 2,4 + 3,6 = 15,0 \text{ m}^2$$

Se identifican los vértices: fuente de ruido, borde superior de la pantalla acústica y receptor; para formar la triangulación como se observa en la Figura AVI. 1., posteriormente, se determinan las longitudes entre dichos vértices.

Siendo:

A: Longitud entre la fuente de ruido y el borde superior de la pantalla acústica [m]

B: Longitud entre el borde superior de la pantalla acústica y el receptor [m]

d: Longitud entre la fuente de ruido y el receptor sin considerar la pantalla acústica [m]

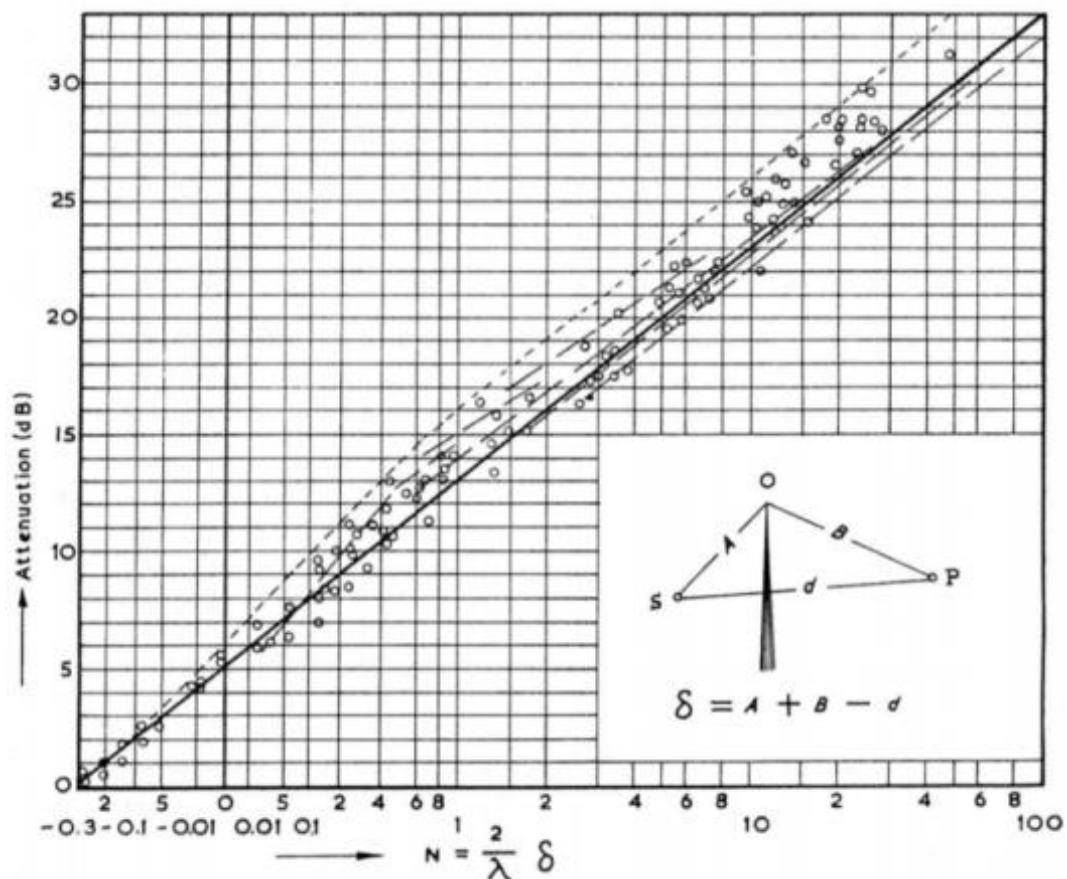


Figura AVI. 1. Ábaco de Maekawa, representación de la atenuación del sonido en función del número de Fresnel (N) y representación gráfica del recorrido del sonido desde la fuente al receptor al colocar una barrera

(Ramírez D., 2019, p. 6)

La Figura AVI. 2, representa de forma gráfica la ubicación de la fuente de ruido (ventilador de enfriamiento), la pantalla acústica (pantalla de aluminio) y el receptor (personal del CCICEV).

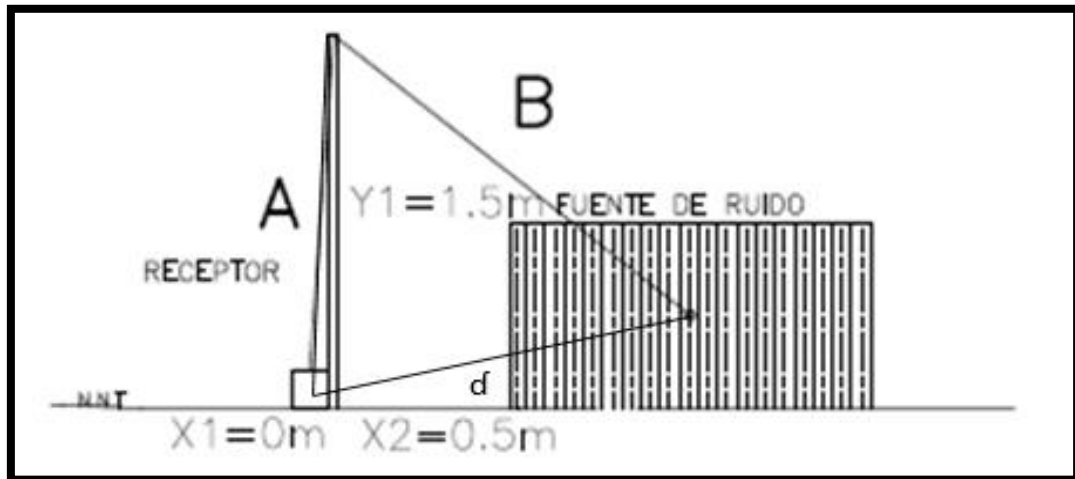


Figura AVI. 2. Representación gráfica en corte de la barrera de aluminio respecto al receptor y a la fuente de ruido

Se calcula el número de Fresnel (N) mediante las Ecuaciones AVI.5, AVI.6, AVI.7, AVI.8

$$N = \frac{2}{\lambda}(A + B - d) \quad [\text{AVI. 5}]$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [\text{AVI. 6}]$$

$$N_{cte} = 2(A + B - d) \quad [\text{AVI. 7}]$$

$$N = \frac{f}{340} N_{cte} \quad [\text{AVI. 8}]$$

Siendo:

N: número de Fresnel

λ : longitud de onda [m]

c : velocidad de propagación del ruido en aire [m/s]

f : frecuencia [Hz]

N_{cte} : valor constante previo al cálculo donde interviene la frecuencia y la velocidad de propagación [m]

En la Tabla AVI. 5., se encuentran los datos para realizar el cálculo del número de Fresnel.

Tabla AVI. 5. Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de aluminio de 1 mm de espesor, triangulación vertical

Datos		X1(m)	0,0
d (m)	0,5	Y1(m)	1,5
A (m)	1,5	X2 (m)	0,5
B (m)	1,6	N cte.	5,2

Se identifica la pérdida por transmisión de cada material empleado en el diseño, mediante la Figura AVI. 3.

Material	Espesor (mm)	Densidad	CENTRO BANDAS FRECUENCIA OCTAVA (Hz)							
			63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Aluminio	1	2.6	8	11	10	11	17	24	25	30
Acero	1	7	3	7	15	19	25	32	37	39
Acero	1'5	13	9	13	22	28	32	38	42	41
Plomo	1'5	17	21	29	32	34	32	32	34	37
Plomo	3	34	25	31	32	28	37	43	33	39
Vidrio	3	7	11	15	15	20	23	29	26	31
Vidrio	6	14	17	11	24	29	31	26	36	39
Vidrio	10	23	19	23	25	32	31	31	40	42
Aglomerado madera	12	4	9	11	16	19	26	30	32	36
Madera sólida	50	25	14	20	22	25	31	38	43	45
Cartón yeso	10	7	10	14	21	23	30	31	36	38
Ladrillo hueco sencillo enlucido	60	75	25	31	30	29	30	39	44	49
Ladrillo hueco doble (tabicón)	120	94	27	30	30	32	40	46	52	56
Ladrillo medio pie macizo enlucido	150	185	36	41	35	43	51	59	64	68
Losa hormigón	100	220	31	37	36	45	51	60	62	64
Losa hormigón	300	700	37	41	45	53	60	63	67	72
Puerta ligera	45	9	9	14	17	19	18	21	26	29
Puerta acústica especial	60	--	35	37	40	45	50	57	59	63
Ventana simple marco aluminio	100	--	17	11	24	28	32	28	35	41
Ventana simple marco aluminio	25	63	25	27	30	30	34	44	48	54
Ventana doble 2 vidrios 9 mm y 50 mm cámara aire	--	35	19	25	30	34	40	45	54	50
Ventana doble 2 vidr. 6 y 9 mm y 200 mm c. aire	--	44	26	35	46	57	60	56	66	72
Pared doble ladrillos sencillos enlucidos	--	140	28	34	36	36	38	49	60	67
Pared doble ladrillos macizos enlucidos	--	380	28	33	34	41	55	72	76	79

Figura AVI. 3. Pérdidas por transmisión de distintos materiales

(Sendra, 1997, pág. 48)

Se combinan en pares las áreas de los materiales que formarán parte de la cabina, de tal forma que $S_1 > S_2$, siendo S_1 la sección de mayor área y S_2 la de menor área de los dos materiales considerados para el primer par de evaluación, si se va a emplear más de dos materiales en el diseño de la cabina, entonces, la primera combinación cuenta como un material a combinarse con la sección del nuevo material que conformará el nuevo par de evaluación, y el procedimiento se mantiene hasta agotar todos los materiales que serán utilizados para la cabina de insonorización.

A partir de la Figura AVI. 4, la relación de áreas S_2/S_1 y la diferencia entre las pérdidas de transmisión 2 y 1, se determina la pérdida de transmisión resultante.

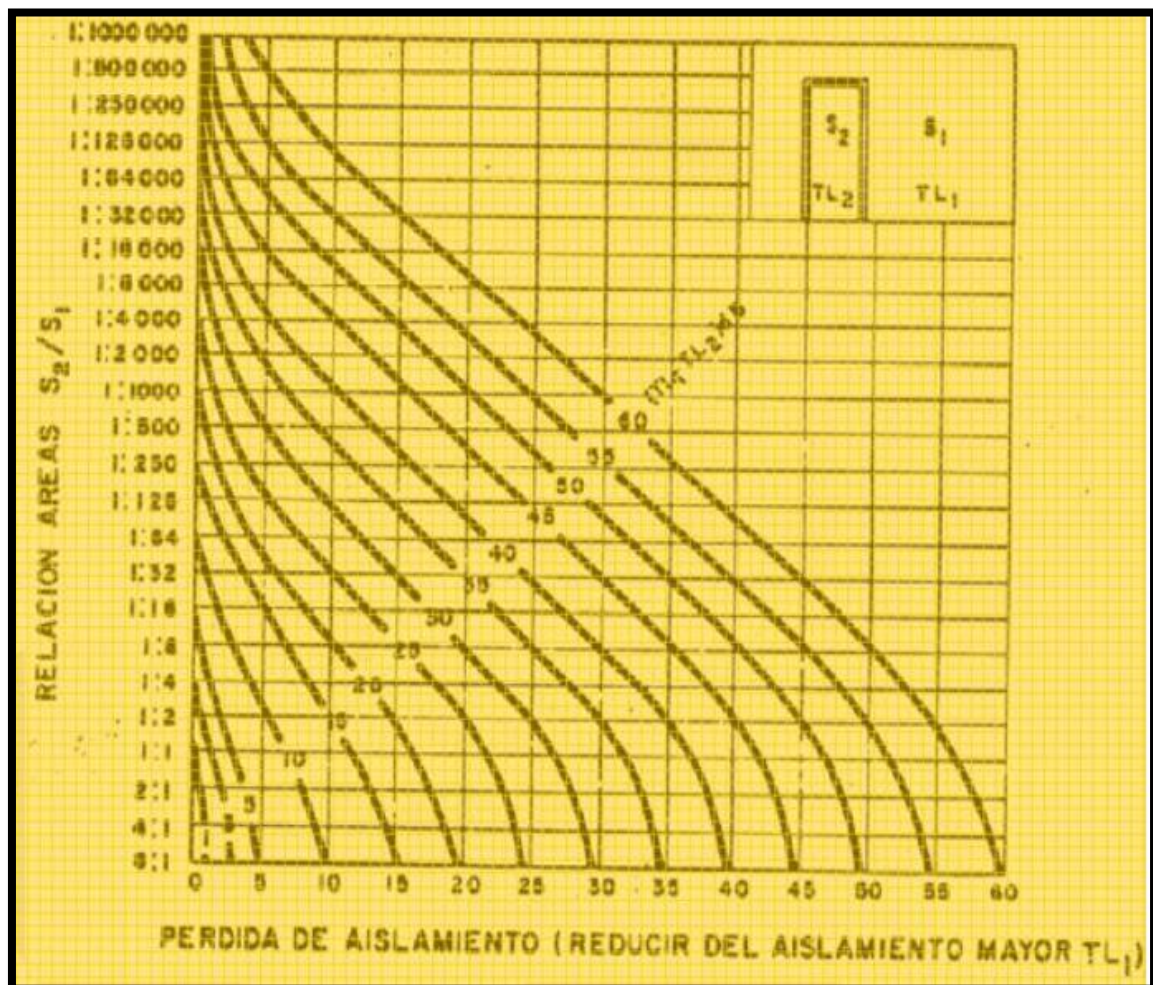


Figura AVI. 4. Curvas para el cálculo de la pérdida por transmisión resultante considerando dos materiales y superficies diferentes

(Cahueñas, 2018, pág. 42)

En la Tabla AVI. 6., y en la Tabla AVI. 7, se observa los valores obtenidos de los cálculos para conseguir la pérdida por transmisión resultante de la cabina de insonorización para la sección triangular vertical.

Tabla AVI. 6. Pérdida por transmisión resultante de aluminio y aire, triangulación vertical

f (Hz)	TL1 aluminio	TL2 aire	I TL1-TL2 I	Perdida de confinamiento	TL1'
63	8	0	8	0	8
125	11	0	11	0	11
250	10	0	10	0	10
500	11	0	11	0	11
1000	17	0	17	0	17
2000	24	0	24	0	24
4000	25	0	25	0	25
8000	30	0	30	0	30

Tabla AVI. 7. Pérdida por transmisión resultante de la combinación anterior (aluminio y aire) con losa de hormigón de 300 mm, triangulación vertical

f (Hz)	TL1' comb. Ant.	TL2' losa	I TL1-TL2 I'	Perdida de confinamiento	TL1''
63	8	37	29	21	16
125	11	41	30	23	18
250	10	45	35	27	18
500	11	53	42	33	20
1000	17	60	43	35	25
2000	24	63	39	31	32
4000	25	67	42	34	33
8000	30	72	42	34	38

En la Tabla AVI. 8, se encuentran los valores del nivel de presión sonora, la atenuación de la escala ponderada en A, el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, el número de Fresnel por banda de octava, la atenuación resultante, el nivel de presión sonora equivalente en la base, la pérdida por transmisión resultante y el nivel de atenuación que surge como resultado de la interposición de una pantalla acústica para la sección triangular vertical.

Tabla AVI. 8. Nivel de atenuación debido a pantalla de aluminio de 1 mm de espesor a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulación vertical

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NPS (dB)	99	96	92	88	86	84	79	80	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	73	80	83	85	86	84	80	79	92
N(N cte.*f/340)	1	2	4	8	15	30	61	122	
Atenuación	-13	-16	-19	-22	-24	-24	-24	-24	
Leq (0,5m),base	60	64	64	63	62	60	56	55	71
TL	16	18	18	20	25	32	33	38	
Naten (dBA)	44	46	46	43	37	28	23	17	51

La Tabla AVI. 9 representa los datos para el cálculo del número de Fresnel, de las dos secciones triangulares horizontales.

Tabla AVI. 9. Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de aluminio de 1 mm de espesor, triangulaciones horizontales en sección de lado menor

Datos		X1(m)	0,0
d (m)	0,5	Y1(m)	0,8
A (m)	0,8	X2 (m)	0,5
B (m)	1,0	Ncte	2,7

En la Tabla AVI. 10., y en la Tabla AVI. 11, se observa la pérdida por transmisión resultante para las secciones triangulares horizontales.

Tabla AVI. 10. Pérdida por transmisión resultante de aluminio y aire, triangulaciones horizontales en sección de lado menor

f (Hz)	TL1 aluminio 1mm	TL2 aire	I TL1-TL2 I	Perdida de confinamiento	TL1'
63	8	0	8	0	8
125	11	0	11	0	11
250	10	0	10	0	10
500	11	0	11	0	11
1000	17	0	17	0	17
2000	24	0	24	0	24
4000	25	0	25	0	25
8000	30	0	30	0	30

Tabla AVI. 11. Pérdida por transmisión resultante de la combinación anterior (aluminio y aire) con losa de hormigón de 300 mm, triangulaciones horizontales en sección de lado menor

f (Hz)	TL1' comb. ant.	TL2' losa	I TL1-TL2 I'	Perdida de confinamiento	TL1''
63	8	37	29	21	16
125	11	41	30	23	18
250	10	45	35	27	18
500	11	53	42	33	20
1000	17	60	43	35	25
2000	24	63	39	31	32
4000	25	67	42	34	33
8000	30	72	42	34	38

En la Tabla AVI. 12, se encuentran los valores del nivel de presión sonora, la atenuación de la escala ponderada en A, el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, el número de Fresnel por banda de octava, la atenuación resultante, el nivel de presión sonora equivalente en la base, la pérdida por transmisión resultante y el nivel de atenuación que surge como resultado de la interposición de una pantalla acústica para las secciones triangulares horizontales.

Tabla AVI. 12. Nivel de atenuación debido a pantalla de aluminio de 1mm de espesor a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulaciones horizontales en sección de lado menor

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NPS (dB)	99	96	92	88	86	84	79	80	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	73	80	83	85	86	84	80	79	92
N(Ncte*f/340)	1	1	2	4	8	16	31	63	
Atenuación	-10	-13	-16	-19	-22	-24	-24	-24	
Leq (0,5m),base	62	67	67	66	64	60	56	55	73
TL	16	18	18	20	25	32	33	38	
Naten (dBA)	46	49	49	46	39	28	23	17	54

La Figura AVI. 5 representa la vista en planta de la cabina de insonorización, pantalla de aislamiento y receptor, así como las triangulaciones que permiten identificar las trayectorias que puede seguir el ruido desde la fuente hasta llegar a los oídos del receptor.

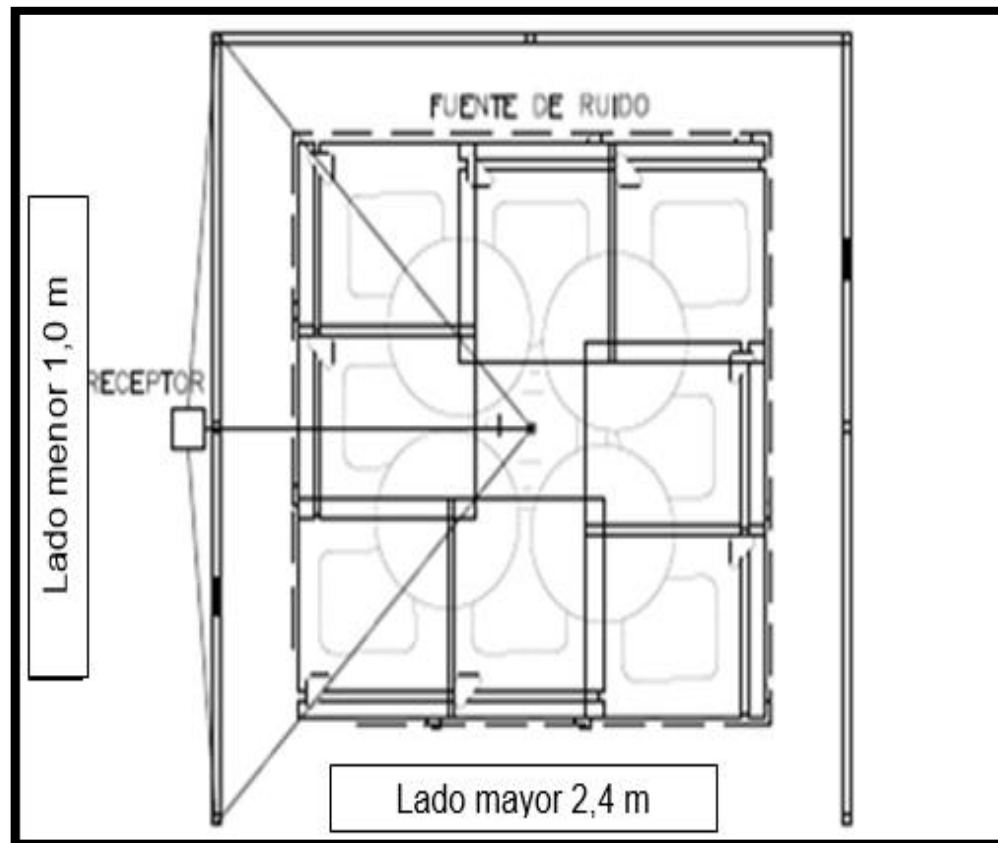


Figura AVI. 5. Representación gráfica en planta de la cabina de insonorización con respecto al receptor y a la fuente de ruido

AVI. 2 PROCEDIMIENTO PARA EL REVESTIMIENTO DE LA FACHADA DE LAS OFICINAS DEL CCICEV

Para el revestimiento de las paredes o fachada de las oficinas, se utiliza el mismo principio que para el diseño de la cabina de insonorización, el objetivo es evitar que el ruido interrumpa las actividades laborales en las oficinas del CCICEV.

En la Figura AVI. 6 es posible identificar las triangulaciones formadas a partir de los vértices formados por la fuente de ruido, la pantalla acústica y el receptor; al igual que las longitudes que los separan y que intervendrán en los cálculos.

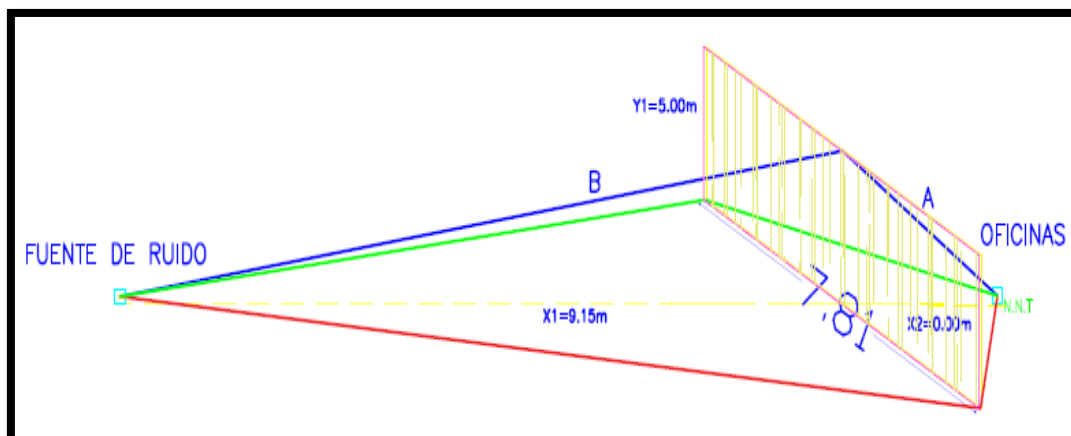


Figura AVI. 6. Representación gráfica de la pantalla de revestimiento, respecto al receptor y a la fuente de ruido

La Tabla AVI. 13 representa los datos para el cálculo del número de Fresnel, de la sección triangular vertical.

Tabla AVI. 13. Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de revestimiento de aluminio y vidrio, triangulación vertical azul

Datos		X1(m)	9,2
d (m)	9,2	Y1(m)	5,0
A (m)	10,4	X2 (m)	0,2
B (m)	5,0	Ncte	12,5

En la Tabla AVI. 14., se observa la pérdida por transmisión resultante para la sección triangular vertical.

Tabla AVI. 14. Pérdida por transmisión resultante de aluminio y vidrio, triangulación vertical azul

f (Hz)	TL1 aluminio 1mm	TL2 vidrio 6 mm	I TL1-TL2 I	Perdida de confinamiento	TL1'
63	8	17	9	5	12
125	11	11	0	0	11
250	10	24	14	9	15
500	11	29	18	13	16
1000	17	31	14	9	22
2000	24	26	2	1	25
4000	25	36	11	7	29
8000	30	39	9	5	34

En la Tabla AVI. 15, se encuentran los valores del nivel de presión sonora, la atenuación de la escala ponderada en A, el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, el número de Fresnel por banda de octava, la atenuación resultante, el nivel de presión sonora equivalente en la base, la pérdida por transmisión resultante y el nivel de atenuación que surge como resultado de la interposición de una pantalla acústica para la sección triangular vertical.

Tabla AVI. 15. Nivel de atenuación debido a pantalla de revestimiento de aluminio y vidrio a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulación vertical azul

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NPS (dB)	98	96	92	90	89	87	83	79	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	72	80	83	87	89	88	84	78	94
N(Ncte*f/340)	2	5	9	18	37	74	148	296	
Atenuación	-17	-20	-23	-24	-24	-24	-24	-24	
Leq (10 m),base	56	60	60	63	65	64	60	54	70
TL	12	11	15	16	22	25	29	34	
Naten (dBA)	44	49	45	47	43	39	31	20	53

La Tabla AVI. 16 representa los datos para el cálculo del número de Fresnel, de las secciones triangulares horizontales.

Tabla AVI. 16. Datos para determinar el número de Fresnel al colocar la barrera de revestimiento de aluminio y vidrio, triangulaciones horizontales, verde y roja

Datos		X1(m)	9,2
d (m)	9,2	Y1(m)	3,9
B (m)	10,0	X2 (m)	0,2
A (m)	3,9	Ncte	9,4

En la Tabla AVI. 17., se observa la pérdida por transmisión resultante para las secciones triangulares horizontales considerando como pantalla aislante el revestimiento en paredes, empleando aluminio en paredes y aluminio y vidrio en ventanas.

Tabla AVI. 17. Pérdida por transmisión resultante de aluminio y vidrio, triangulaciones horizontales, verde y roja.

f (Hz)	TL1 aluminio 1mm	TL2 vidrio 6 mm	I TL1-TL2 I	Perdida de confinamiento	TL1'
63	8	17	9	5	12
125	11	11	0	0	11
250	10	24	14	9	15
500	11	29	18	13	16
1000	17	31	14	9	22
2000	24	26	2	1	25
4000	25	36	11	7	29
8000	30	39	9	5	34

En la Tabla AVI. 15, se encuentran los valores del nivel de presión sonora, la atenuación de la escala ponderada en A, el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, el número de Fresnel por banda de octava, la atenuación resultante, el nivel de presión sonora equivalente en la base, la pérdida por transmisión resultante y el nivel de atenuación que surge como resultado de la interposición de una pantalla acústica para las secciones triangulares horizontales del revestimiento de fachada.

Tabla AVI. 18. Nivel de atenuación debido a pantalla de revestimiento de aluminio y vidrio a partir del nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente ponderada en A, el número de Fresnel y la pérdida de transmisión debido al tipo de material, triangulaciones horizontales, verde y roja

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NPS (dB)	99	96	92	90	89	87	83	79	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	72	80	83	87	89	88	84	78	94
N(Ncte*f/340)	2	4	7	14	28	55	111	221	
Atenuación	-15	-18	-21	-24	-24	-24	-24	-24	
Leq (10 m),base	57	62	61	63	65	64	60	54	71
TL	12	11	15	16	22	25	29	34	
Naten (dBA)	45	51	46	47	43	39	31	20	54

La Figura AVI. 7 representa la vista frontal de las oficinas del CCICEV consideradas para revestir con la pantalla aislante.

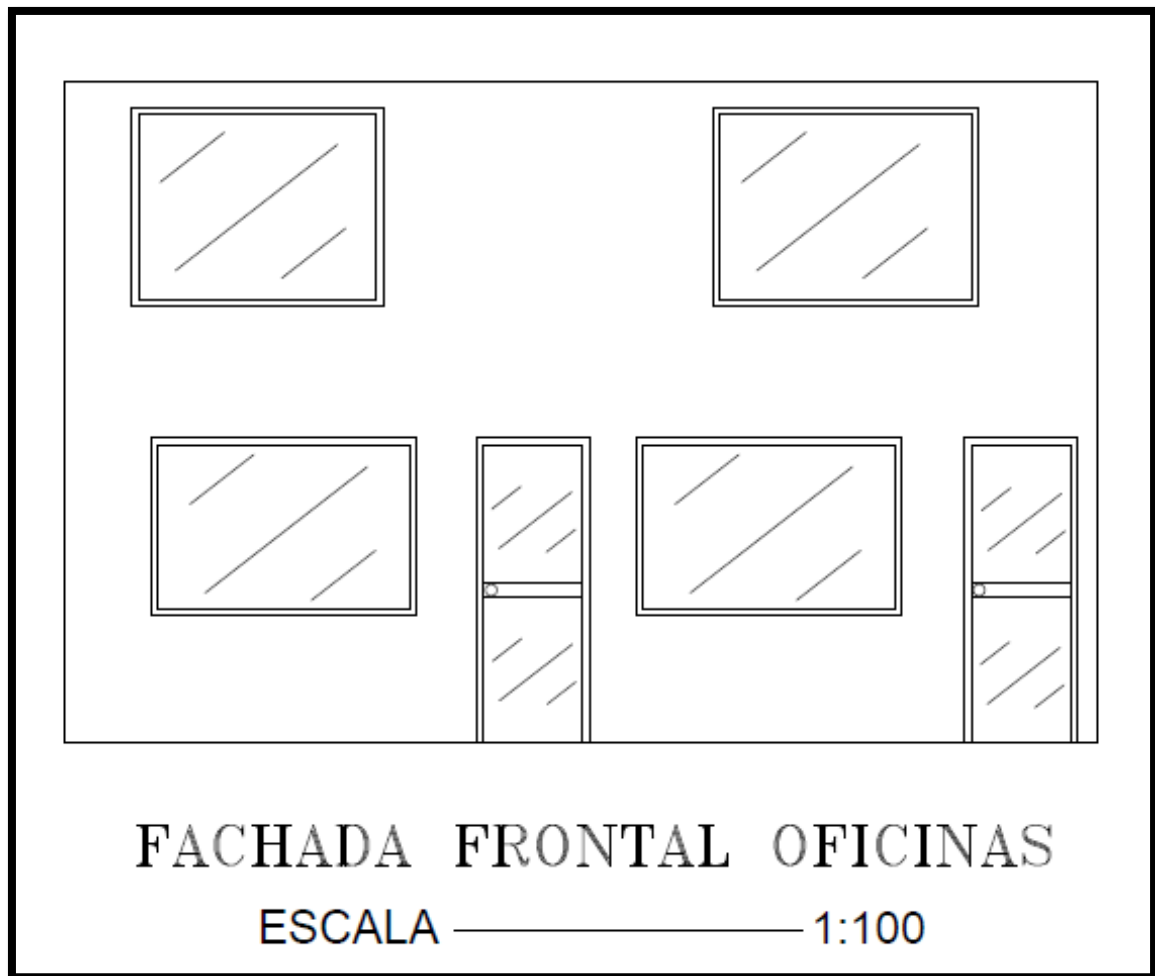


Figura AVI. 7. Fachada de oficinas a revestir, el material propuesto para pared es aluminio de 1 mm, para puertas y ventanas es aluminio de 1 mm y vidrio de 6 mm.

ANEXO VII

PANELES ACÚSTICOS EN GALPÓN

La Tabla AVII. 1., indica los valores de nivel de presión sonora y nivel de potencia sonora, dichos valores corresponden al valor medio de entre 5 muestreos.

Tabla AVII. 1. Nivel de presión sonora y nivel de potencia sonora a 1 m de la fuente de ruido

Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	Total
NPS ₁ (dB)	100	98	96	92	90	89	87	83	79	62	104
NWS (dB)	111	109	107	103	101	100	98	94	90	73	115

En la Tabla AVII. 2., se describen las áreas de los diferentes elementos que forman parte de las instalaciones del CCICEV, identificados por tipo de material empleado para su construcción.

Tabla AVII. 2. Áreas de los distintos materiales que conforman las instalaciones del CCICEV

Material	Área (m ²)
Piso hormigón	295
Techo	506
Ventanas de vidrio	146
Paredes de enlucido de yeso	131
Puertas	43
Área total (S)	1 121
Área panel	6

Los coeficientes de absorción de sonido, dispuestos por banda de octava, cuya variable es el tipo de material, y utilizados en recintos cerrados, se muestran en la Figura AVII. 1. y en la Figura AVII. 2.

MATERIAL	ESPESOR cm.	CENTROS BANDA FRECUENCIA OCTAVA, Hz							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Ladrillo visto		0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05
Hormigón		0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Mármol		0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Enlucido yeso		0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06
Vidrio		0.08	0.17	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Cortinas típicas		0.05	0.07	0.15	0.40	0.45	0.50	0.55	0.40
Lana de roca	25	0.05	0.10	0.40	0.65	0.70	0.75	0.80	0.75
	50	0.10	0.15	0.45	0.65	0.75	0.80	0.80	0.80
	100	0.25	0.40	0.65	0.80	0.85	0.85	0.90	0.85
Espuma poliuretano	25	0.10	0.15	0.25	0.55	0.75	0.80	0.90	0.90
Espuma poliuretano	50	0.15	0.20	0.50	0.75	0.95	0.90	0.90	0.90
Techos escayola		0.20	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
Moqueta		0.10	0.10	0.20	0.25	0.35	0.30	0.30	0.30
Suelos plásticos		0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05
Techos acústicos pesados		0.05	0.10	0.30	0.55	0.60	0.60	0.45	0.40
Techos acústicos separ.		0.20	0.35	0.50	0.70	0.70	0.80	0.75	0.70
Persona sentada		0.15	0.20	0.35	0.45	0.45	0.50	0.45	0.35
Asiento vacío		0.05	0.10	0.10	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20

Figura AVII. 1. Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material

(Mestre, 2008, p. 69)

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN			ABERTURAS								Pag 1
MATERIAL		DESCRIPCION	mm	dens	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
CORTINA	001	Cortina veneciana de metal			0.06	0.05	0.07	0.15	0.13	0.17	0.10
PUERTA	002	Puerta			0.15	0.10	0.06	0.08	0.10	0.05	0.09
VIDRIO	003	Vidrio pesado			0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04
	004	Ventanal de vidrios gruesos, grandes paños			0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04
	005	Ventana de vidrio simple	2		0.33	0.25	0.10	0.07	0.06	0.04	0.12
	006	Ventana de vidrio común	3		0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	0.16
	007	Ventana de vidrio	4		0.30	0.20	0.10	0.07	0.05	0.02	0.11
	008	Ventana de vidrio	6		0.10	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04
	009	Ventana de doble vidrio			0.25	0.10	0.07	0.06	0.04	0.02	0.07

Figura AVII. 2. Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material

(Deambrosi, 2012, p. 1)

La Figura AVII. 3., se observan los factores de direccionalidad cuando una fuente de ruido se encuentra en un campo libre o en su ubicación se intersecan varios planos.

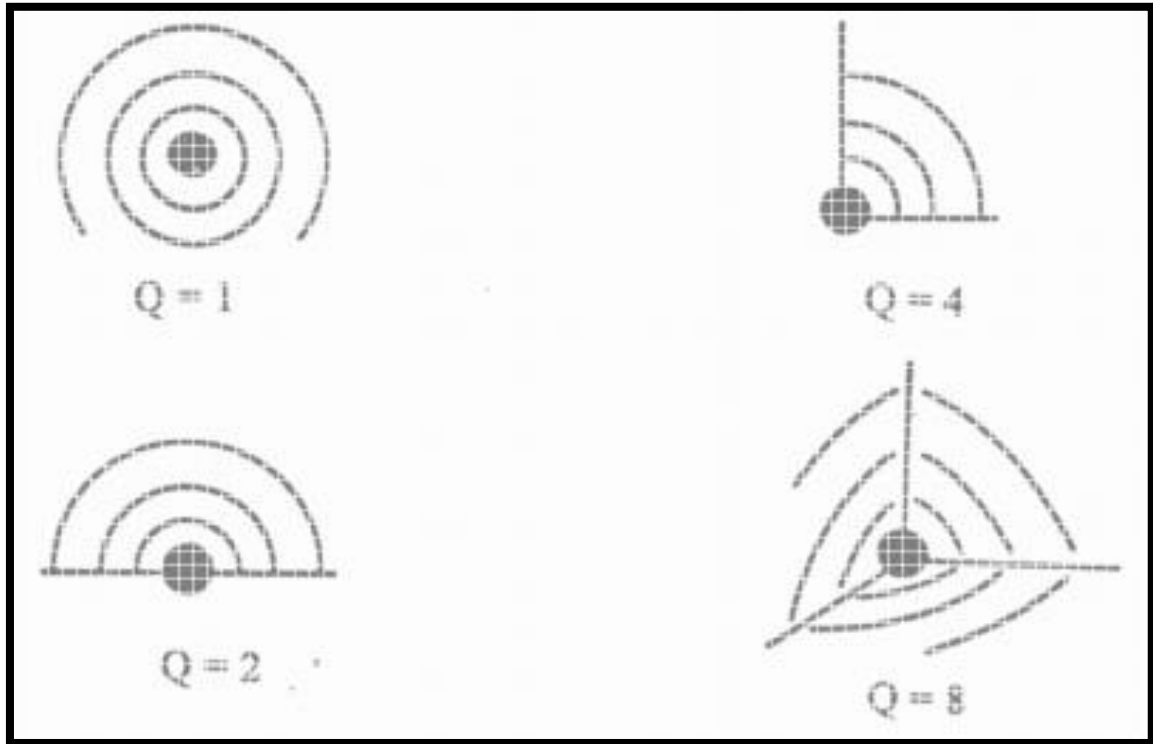


Figura AVII. 3. Factor de direccionalidad de acuerdo a la ubicación de la fuente de ruido

(Mestre, 2008, p. 22)

AVII. 1 ABSORCIÓN ACÚSTICA DE UN RECINTO CERRADO

El coeficiente de absorción acústica varía ya que depende de la frecuencia y el tipo de material, se expresa como indica la Ecuación AVII. 1, si el coeficiente de absorción acústica es 1, entonces la energía incidente es absorbida, pero si por el contrario, el coeficiente es 0 entonces toda la energía es reflejada.

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i} \quad [\text{AVII. 1}]$$

Donde:

α : coeficiente de absorción acústica de un material

E_a : energía absorbida [J]

E_i : energía incidente [J]

Mediante la Ecuación AVII. 2. Se obtiene la absorción acústica de un material.

$$A = S \times \alpha \quad \text{[AVII. 2]}$$

Donde:

A : absorción acústica [m^2] ó [Sabines]

S : superficie del material [m^2]

α : coeficiente de absorción del material

Para determinar la absorción acústica de un recinto, se emplea la Ecuación AVII. 3

$$A = S_1 \times \alpha_1 + S_2 \times \alpha_2 + S_3 \times \alpha_3 + \dots + S_n \times \alpha_n \quad \text{[AVII. 3]}$$

Donde:

A : absorción acústica de un recinto [m^2] ó [Sabines]

S_i : superficie interior del recinto ocupada por un material i [m^2]

α_i : coeficiente de absorción del material i.

Mediante la Ecuación AVII. 4., es posible determinar el coeficiente de absorción promedio por material.

$$\bar{\alpha} = \sum_{i=1} \frac{S_i \times \alpha_i}{S} \quad \text{[AVII. 4]}$$

Donde:

$\bar{\alpha}$: coeficiente de absorción promedio del material

α_i : coeficiente de absorción del material i.

S_i : Superficie interior del recinto ocupada por el material i [m^2]

S : Superficie interior total del recinto ocupada por los materiales [m^2]

A partir de la Ecuación AVII. 5., se obtiene la constante de cerramiento del recinto cerrado.

$$R = \frac{S \times \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}} \quad [\text{AVII. 5}]$$

Donde:

R : constante de cerramiento

S : superficie interior total del recinto ocupada por los materiales [m²]

$\bar{\alpha}$: coeficiente de absorción promedio del material

Para determinar el nivel de presión sonora cuando existe absorción acústica en los recintos, se emplea la Ecuación AVII. 6

$$\text{NPS} = \text{NWS} + 10 \times \log \left(\frac{Q}{4\pi \times r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad [\text{AVII. 6}]$$

Donde:

NPS : nivel de presión sonora [dB]

NWS : nivel de potencia sonora [dB]

Q : coeficiente de direccionalidad

r : distancia [m]

R : constante de cerramiento

En la Tabla AVII. 3., se encuentran los valores de los coeficientes de absorción acústica, obtenidos de la Figura AVII. 1 y la Figura AVII. 2 por banda de octava y tipo de material; el resultado del cálculo de absorción acústica por banda de octava y tipo de material; la absorción acústica del recinto por banda de octava; el coeficiente de absorción acústica promedio por banda de octava, el valor de la constante de cerramiento por banda de octava, y el coeficiente de direccionalidad global.

Tabla AVII. 3. Absorción acústica de un recinto

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
α_1 (hormigón)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
$A_{1\alpha_1}$	2,95	2,95	2,95	5,90	5,90	8,85	8,85	8,85
α_2 (techo)	0,20	0,35	0,50	0,70	0,70	0,80	0,75	0,70
$A_{2\alpha_2}$	101,20	177,10	253,00	354,20	354,20	404,80	379,50	354,20
α_3 (vidrio)	0,00	0,25	0,10	0,07	0,06	0,04	0,02	0,00
$A_{3\alpha_3}$	0,00	36,50	14,60	10,22	8,76	5,84	2,92	0,00
α_4 (yeso)	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
$A_{4\alpha_4}$	5,24	5,24	7,86	7,86	10,48	6,55	7,86	7,86
α_5 (puertas)	0,00	0,15	0,10	0,06	0,08	0,10	0,05	0,00
$A_{5\alpha_5}$	0,00	6,45	4,30	2,58	3,44	4,30	2,15	0,00
A_0 (Sabines)	109,39	228,24	282,71	380,76	382,78	430,34	401,28	370,91
α_{prom}	0,10	0,20	0,25	0,34	0,34	0,38	0,36	0,33
R	121,22	286,59	378,05	576,61	581,26	698,48	625,01	554,32
Q	1,00							

La Tabla AVII. 4., indica los valores del nivel de presión sonora por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m.

Tabla AVII. 4. Variación del nivel de presión sonora con respecto a la fuente de ruido

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
1	NPS (dB)	100	97	92	90	89	87	83	80	103
2		96	92	88	85	84	82	78	75	99
3		95	90	86	83	82	79	75	72	97
4		95	90	85	81	81	78	74	71	97
5		95	89	84	81	80	77	73	70	96
6		95	89	84	80	79	77	73	70	96
7		95	89	84	80	79	76	73	70	96
8		95	89	84	80	79	76	72	70	96
9		94	89	83	80	79	76	72	69	96
10		94	89	83	80	79	76	72	69	96
11		94	89	83	79	79	76	72	69	96
12		94	89	83	79	79	76	72	69	96
13		94	89	83	79	78	76	72	69	96
14		94	88	83	79	78	76	72	69	96
15		94	88	83	79	78	76	72	69	96
16		94	88	83	79	78	76	72	69	96
17		94	88	83	79	78	75	72	69	96
18		94	88	83	79	78	75	72	69	96
19		94	88	83	79	78	75	72	69	96
20		94	88	83	79	78	75	72	69	96
21		94	88	83	79	78	75	72	69	96
22		94	88	83	79	78	75	72	69	96
23		94	88	83	79	78	75	72	69	96
24		94	88	83	79	78	75	72	69	96

La Tabla AVII. 5., indica los valores del nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m.

Tabla AVII. 5. Variación del nivel de presión sonora equivalente ponderada en A con respecto a la fuente de ruido

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
	Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
1	Leq (dBA)	74	81	83	87	89	88	84	79	94
2		70	76	79	82	84	83	79	74	89
3		69	74	77	80	82	80	76	71	87
4		69	74	76	78	81	79	75	70	86
5		69	73	75	78	80	78	74	69	85
6		69	73	75	77	79	78	74	69	85
7		69	73	75	77	79	77	74	69	84
8		69	73	75	77	79	77	73	69	84
9		68	73	74	77	79	77	73	68	84
10		68	73	74	77	79	77	73	68	84
11		68	73	74	76	79	77	73	68	84
12		68	73	74	76	79	77	73	68	84
13		68	73	74	76	78	77	73	68	84
14		68	72	74	76	78	77	73	68	84
15		68	72	74	76	78	77	73	68	84
16		68	72	74	76	78	77	73	68	84
17		68	72	74	76	78	76	73	68	84
18		68	72	74	76	78	76	73	68	84
19		68	72	74	76	78	76	73	68	84
20		68	72	74	76	78	76	73	68	84
21		68	72	74	76	78	76	73	68	84
22		68	72	74	76	78	76	73	68	84
23		68	72	74	76	78	76	73	68	84
24		68	72	74	76	78	76	73	68	84

Mediante la Figura AVII. 4. Es posible determinar el rango de valores de Noise Criteria según el tipo de recinto cerrado donde se lleva a cabo la evaluación de ruido, para el proyecto se consideró al CCICEV como un recinto tipo fábrica para ingeniería pesada, con un valor de Noise Criteria de 70.

Para conocer los valores de Noise Criteria por banda de octava, se debe emplear la Figura AVII. 5 y el valor de Noise Criteria seleccionado en el párrafo anterior.

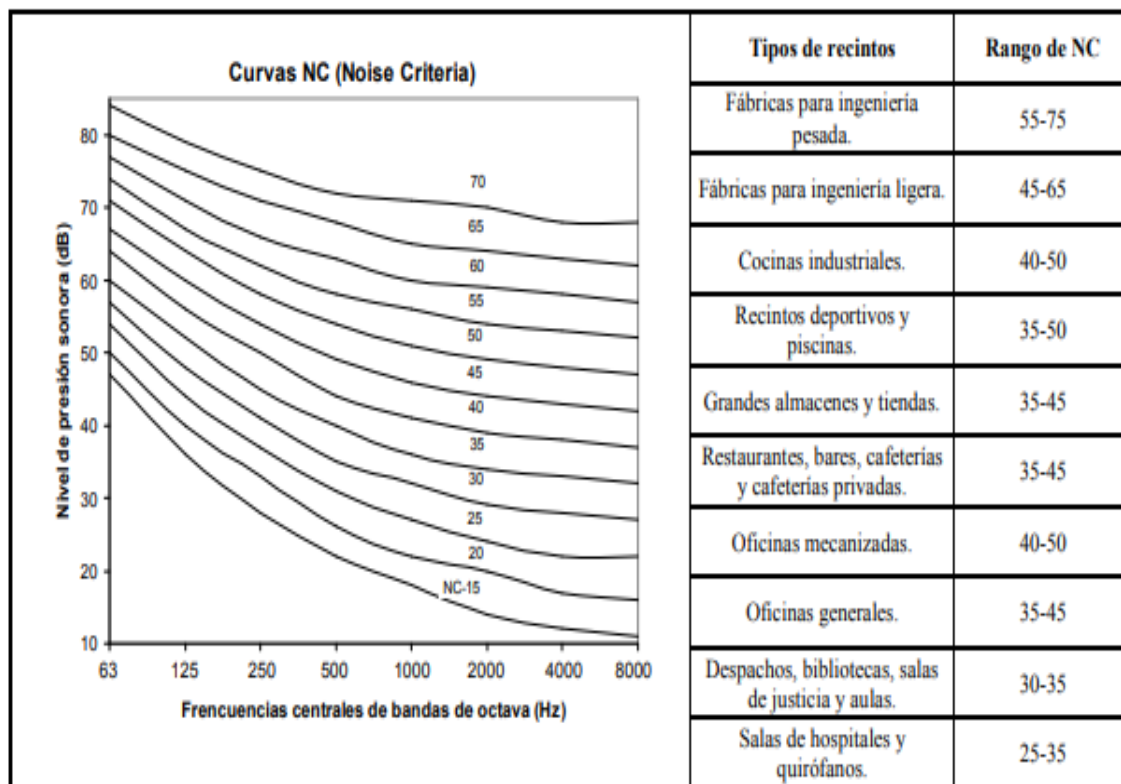


Figura AVII. 4. Rango Noise Criteria (NC) de acuerdo al tipo de recinto

(Florida, 2008, p. 4)

Criterios	Octave Band Numbers							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NC 20	51	41	33	26	22	19	17	16
NC 25	54	45	38	31	27	24	22	21
NC 30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC 35	60	53	46	40	36	34	33	32
NC 40	64	57	51	45	41	39	38	37
NC 45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC 50	71	64	59	54	51	49	48	47
NC 55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC 60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC 65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC 70	83	79	75	72	71	70	69	68

Figura AVII. 5. Noise criteria (NC) por banda de octava

(Cirrus Research plc, 2013, p. 13)

Luego de obtener los valores por banda de octava para Noise Criteria 70, se determina la reducción de ruido por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m, como se observa en la Tabla AVII. 6.

Tabla AVII. 6. Noise Reduction (NR) desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
	NC (70)	83	79	75	72	71	70	69	68
1	NR	17	18	17	18	18	17	14	12
2		13	13	13	13	13	12	9	7
3		12	11	11	11	11	9	6	4
4		12	11	10	9	10	8	5	3
5		12	10	9	9	9	7	4	2
6		12	10	9	8	8	7	4	2
7		12	10	9	8	8	6	4	2
8		12	10	9	8	8	6	3	2
9		11	10	8	8	8	6	3	1
10		11	10	8	8	8	6	3	1
11		11	10	8	7	8	6	3	1
12		11	10	8	7	8	6	3	1
13		11	10	8	7	7	6	3	1
14		11	9	8	7	7	6	3	1
15		11	9	8	7	7	6	3	1
16		11	9	8	7	7	6	3	1
17		11	9	8	7	7	5	3	1
18		11	9	8	7	7	5	3	1
19		11	9	8	7	7	5	3	1
20		11	9	8	7	7	5	3	1
21		11	9	8	7	7	5	3	1
22		11	9	8	7	7	5	3	1
23		11	9	8	7	7	5	3	1
24		11	9	8	7	7	5	3	1

Se determina la reducción de ruido por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m, para los cálculos se incluye el factor de seguridad, como se observa en la Tabla AVII. 7.

Tabla AVII. 7. Noise Reduction (NR) con factor de seguridad desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1	NR+fs	22	23	22	23	23	22	19	17
2		18	18	18	18	18	17	14	12
3		17	16	16	16	16	14	11	9
4		17	16	15	14	15	13	10	8
5		17	15	14	14	14	12	9	7
6		17	15	14	13	13	12	9	7
7		17	15	14	13	13	11	9	7
8		17	15	14	13	13	11	8	7
9		16	15	13	13	13	11	8	6
10		16	15	13	13	13	11	8	6
11		16	15	13	12	13	11	8	6
12		16	15	13	12	13	11	8	6
13		16	15	13	12	12	11	8	6
14		16	14	13	12	12	11	8	6
15		16	14	13	12	12	11	8	6
16		16	14	13	12	12	11	8	6
17		16	14	13	12	12	10	8	6
18		16	14	13	12	12	10	8	6
19		16	14	13	12	12	10	8	6
20		16	14	13	12	12	10	8	6
21		16	14	13	12	12	10	8	6
22		16	14	13	12	12	10	8	6
23		16	14	13	12	12	10	8	6
24		16	14	13	12	12	10	8	6

Se determina el área equivalente de absorción por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m, como se observa en la Tabla AVII. 8.

Tabla AVII. 8. Área equivalente de absorción desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1	Ak (sabines)	16050	41590	48062	76133	79006	67927	31209	16759
2		7483	14906	16058	23349	24204	20101	9266	4980
3		5896	9965	10132	13574	14055	11244	5203	2798
4		5341	8235	8058	10153	10503	8144	3780	2035
5		5084	7435	7098	8570	8859	6709	3122	1682
6		4945	7000	6576	7709	7966	5930	2764	1490
7		4860	6738	6262	7191	7427	5460	2549	1374
8		4806	6568	6057	6854	7078	5155	2409	1299
9		4768	6451	5918	6623	6838	4946	2313	1247
10		4741	6368	5817	6458	6667	4796	2244	1210
11		4722	6306	5743	6336	6540	4686	2193	1183
12		4707	6259	5687	6243	6444	4601	2155	1162
13		4695	6222	5643	6171	6368	4536	2125	1146
14		4685	6193	5608	6113	6309	4484	2101	1133
15		4678	6170	5580	6067	6261	4442	2082	1123
16		4672	6151	5557	6029	6222	4408	2066	1115
17		4667	6135	5538	5998	6189	4379	2053	1108
18		4662	6122	5522	5972	6162	4355	2042	1102
19		4659	6110	5509	5949	6139	4335	2033	1097
20		4656	6101	5497	5930	6119	4318	2025	1093
21		4653	6093	5488	5914	6102	4303	2018	1089
22		4651	6085	5479	5900	6087	4290	2012	1086
23		4649	6079	5471	5887	6074	4279	2007	1083
24		4647	6074	5465	5877	6063	4269	2002	1081

Mediante la Figura AVII. 6, es posible identificar los coeficientes de absorción del sonido, por banda de octava y de acuerdo al tipo de material que se empleará como aislante acústico de los paneles.

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN											
TECHOS											Pag 8
MATERIAL		DESCRIPCION	mm	dens	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
CELORRASO DE FIBRA	401	Placas de fibra 19 mm Armstrong Suprafine 2200	19		0.38	0.29	0.39	0.56	0.71	0.78	0.49
	402	Placas de fibra 19 mm Armstrong Sec. Look	19		0.34	0.32	0.48	0.64	0.71	0.76	0.54
	403	Placas de fibra 16 mm Armstrong Minaboard	16		0.30	0.32	0.54	0.74	0.67	0.60	0.57
	404	Placas de fibra 16 mm Armstrong Minatone	16		0.40	0.30	0.54	0.78	0.67	0.48	0.57
	405	Placas lana de vidrio con lamina vinilo sin perforar	16		0.57	0.39	0.41	0.82	0.89	0.72	0.63
	406	Placas de fibra 19 mm Celotex Ultra	19		0.32	0.34	0.71	0.87	0.87	0.85	0.70
	407	Placas lana de vidrio con lamina vinilo perforada	16		0.65	0.69	0.61	0.82	0.87	0.71	0.75
CELORRASO DE METAL	408	Cielorraso de perfiles met. ranurados 17% c/lana vidrio			0.60	0.73	0.55	0.62	0.35	0.39	0.55
	409	Cielorraso placas metálicas perforadas 7%			0.40	0.60	0.80	0.80	0.70	0.50	0.72
	410	Cielorraso placas metálicas perforadas 25%			0.40	0.60	0.80	0.80	0.90	0.80	0.77
FASERIT	411	Revoque Faserit proyectado y fratasado			0.05	0.04	0.07	0.10	0.12	0.18	0.09
HORMIGON	412	Hormigón normal			0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02
	413	Hormigón pintado			0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	414	Hormigón rústico			0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.03
LANA DE VIDRIO	415	Lana de vidrio 50mm con cubierta perforada 5%	51		0.20	0.40	0.75	0.60	0.40	0.30	0.54
	416	Lana de vidrio 50mm con cubierta perforada 10%	51		0.20	0.35	0.65	0.85	0.85	0.75	0.67
	417	Manto 100mm con cubierta perf. 23%, film polietileno	101		0.78	1.01	1.14	1.03	0.94	0.78	1.03
	418	Manto 50mm con cubierta perf. 23%, + 50mm aire	101		0.61	0.91	1.15	1.09	1.01	1.01	1.04
	419	Manto 100mm con cubierta perf. 23%	101		0.78	1.01	1.14	1.07	1.06	0.98	1.07

Figura AVII. 6. Coeficientes de absorción de sonido de acuerdo al tipo de material

(Deambrosi, 2012, p. 8)

Luego de elegir el tipo de material para los paneles acústicos, se identifica en la Figura AVII.6 el coeficiente de absorción de sonido por banda de octava y se determina el número de paneles, donde la variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m, como se observa en la Tabla AVII. 9.

Tabla AVII. 9. Número de paneles de lana de vidrio manto de 100 mm con cubierta perforada 23 % desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente

r (distancia)	Hz	125	250	500	1k	2k	4k
	α_k	0,78	1,01	1,14	1,07	1,06	0,98
1	No de paneles	8956	10350	16395	17013	14627	6721
2		3210	3458	5028	5212	4328	1995
3		2146	2182	2923	3027	2421	1120
4		1773	1735	2186	2262	1754	814
5		1601	1528	1845	1908	1445	672
6		1507	1416	1660	1715	1277	595
7		1451	1348	1548	1599	1176	549
8		1414	1304	1476	1524	1110	519
9		1389	1274	1426	1473	1065	498
10		1371	1253	1391	1436	1033	483
11		1358	1237	1364	1408	1009	472
12		1348	1225	1344	1388	991	464
13		1340	1215	1329	1371	977	458
14		1334	1208	1316	1359	966	452
15		1329	1202	1307	1348	957	448
16		1325	1197	1298	1340	949	445
17		1321	1193	1292	1333	943	442
18		1318	1189	1286	1327	938	440
19		1316	1186	1281	1322	934	438
20		1314	1184	1277	1318	930	436
21		1312	1182	1274	1314	927	435
22		1310	1180	1270	1311	924	433
23		1309	1178	1268	1308	921	432
24		1308	1177	1265	1306	919	431

En la Tabla AVII. 10., se describen las áreas de los diferentes elementos que forman parte de las instalaciones del CCICEV, se identifica el tipo de material empleado en la construcción del recinto, además se considera el área que ocuparán los paneles acústicos de lana de vidrio, con un manto de 100 mm y cubierta perforada al 23 %.

Tabla AVII. 10. Áreas de los distintos materiales que conforman las instalaciones del CCICEV incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión

Material	Área (m ²)
Piso hormigón	295
Techo	506
Ventanas de vidrio	146
Paredes de enlucido de yeso	131
Puertas	43
Paneles	1 308
Área total (S)	2429

En la Tabla AVII. 11., se encuentran los valores de los coeficientes de absorción acústica, con paneles acústicos, para determinar la absorción acústica del recinto cerrado.

Tabla AVII. 11. Absorción acústica de un recinto incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
α_1 (hormigón)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
$A_1\alpha_1$	2,95	2,95	2,95	5,90	5,90	8,85	8,85	8,85
α_2 (techo)	0,20	0,35	0,50	0,70	0,70	0,80	0,75	0,70
$A_2\alpha_2$	101,20	177,10	253,00	354,20	354,20	404,80	379,50	354,20
α_3 (vidrio)	0,00	0,25	0,10	0,07	0,06	0,04	0,02	0,00
$A_3\alpha_3$	0,00	36,50	14,60	10,22	8,76	5,84	2,92	0,00
α_4 (yeso)	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
$A_4\alpha_4$	5,24	5,24	7,86	7,86	10,48	6,55	7,86	7,86
α_5 (puertas)	0,00	0,15	0,10	0,06	0,08	0,10	0,05	0,00
$A_5\alpha_5$	0,00	6,45	4,30	2,58	3,44	4,30	2,15	0,00
α_6 (paneles)	0,00	0,78	1,01	1,14	1,07	1,06	0,98	0,00
$A_6\alpha_6$	0,00	1020,24	1321,08	1491,12	1399,56	1386,48	1281,84	0,00
A_0 (Sabines)	109,39	1248,48	1603,79	1871,88	1782,34	1816,82	1683,12	370,91
α_{prom}	0,05	0,51	0,66	0,77	0,73	0,75	0,69	0,15
R	114,55	2568,83	4720,74	8161,25	6694,87	7208,76	5481,17	437,76
Q	1,00							

La Tabla AVII. 12., indica los valores del nivel de presión sonora por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m, incluyendo los paneles acústicos.

Tabla AVII. 12. Nivel de presión sonora desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
1	NPS (dB)	100	96	92	90	89	87	83	80	102
2		97	90	86	84	83	81	77	75	98
3		96	87	83	80	80	77	73	73	97
4		95	85	80	78	77	75	71	72	96
5		95	84	79	76	76	73	70	71	96
6		95	83	78	75	74	72	68	71	95
7		95	82	77	74	73	71	67	71	95
8		95	81	76	73	72	70	67	70	95
9		95	81	75	72	72	70	66	70	95
10		95	81	75	72	71	69	65	70	95
11		95	80	75	71	71	69	65	70	95
12		95	80	74	71	70	68	65	70	95
13		95	80	74	70	70	68	64	70	95
14		95	80	74	70	70	68	64	70	95
15		95	80	74	70	70	67	64	70	95
16		95	80	73	70	69	67	64	70	95
17		95	80	73	69	69	67	64	70	95
18		95	79	73	69	69	67	64	70	95
19		95	79	73	69	69	67	63	70	95
20		95	79	73	69	69	66	63	70	95
21		95	79	73	69	69	66	63	70	95
22		95	79	73	69	69	66	63	70	95
23		95	79	73	69	69	66	63	70	95
24		95	79	73	69	68	66	63	70	95

La Tabla AVII. 13., indica los valores del nivel de presión sonora equivalente ponderado en A, por banda de octava, cuya variación es la separación respecto a la fuente desde 1 m hasta 24 m.

Tabla AVII. 13. Nivel de presión sonora ponderada en A desde 1 m hasta los 24 m de distancia de separación de la fuente incluyendo los paneles acústicos propuestos como medida de control en el medio de transmisión

r (distancia)	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
	ATEN A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
1	Leq (dBA)	74	80	83	87	89	88	84	79	94
2		71	74	77	81	83	82	78	74	88
3		70	71	74	77	80	78	74	72	85
4		69	69	71	75	77	76	72	71	83
5		69	68	70	73	76	74	71	70	81
6		69	67	69	72	74	73	69	70	80
7		69	66	68	71	73	72	68	70	79
8		69	65	67	70	72	71	68	69	79
9		69	65	66	69	72	71	67	69	78
10		69	65	66	69	71	70	66	69	78
11		69	64	66	68	71	70	66	69	77
12		69	64	65	68	70	69	66	69	77
13		69	64	65	67	70	69	65	69	77
14		69	64	65	67	70	69	65	69	77
15		69	64	65	67	70	68	65	69	76
16		69	64	64	67	69	68	65	69	76
17		69	64	64	66	69	68	65	69	76
18		69	63	64	66	69	68	65	69	76
19		69	63	64	66	69	68	64	69	76
20		69	63	64	66	69	67	64	69	76
21		69	63	64	66	69	67	64	69	76
22		69	63	64	66	69	67	64	69	76
23		69	63	64	66	69	67	64	69	76
24		69	63	64	66	68	67	64	69	76

Mediante la Figura AVII. 7 y la Figura AVII. 8, es posible observar la fachada frontal, así como la fachada lateral respectivamente, de las instalaciones de CCICEV.

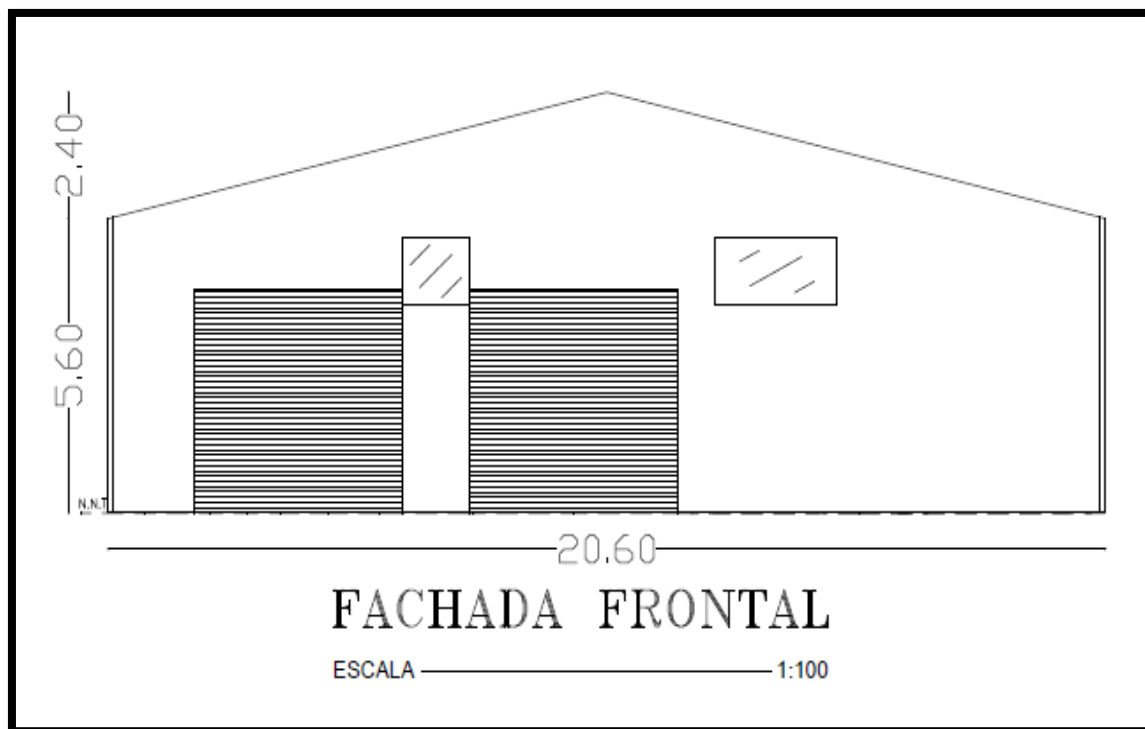


Figura AVII. 7. Fachada frontal de las instalaciones del CCICEV

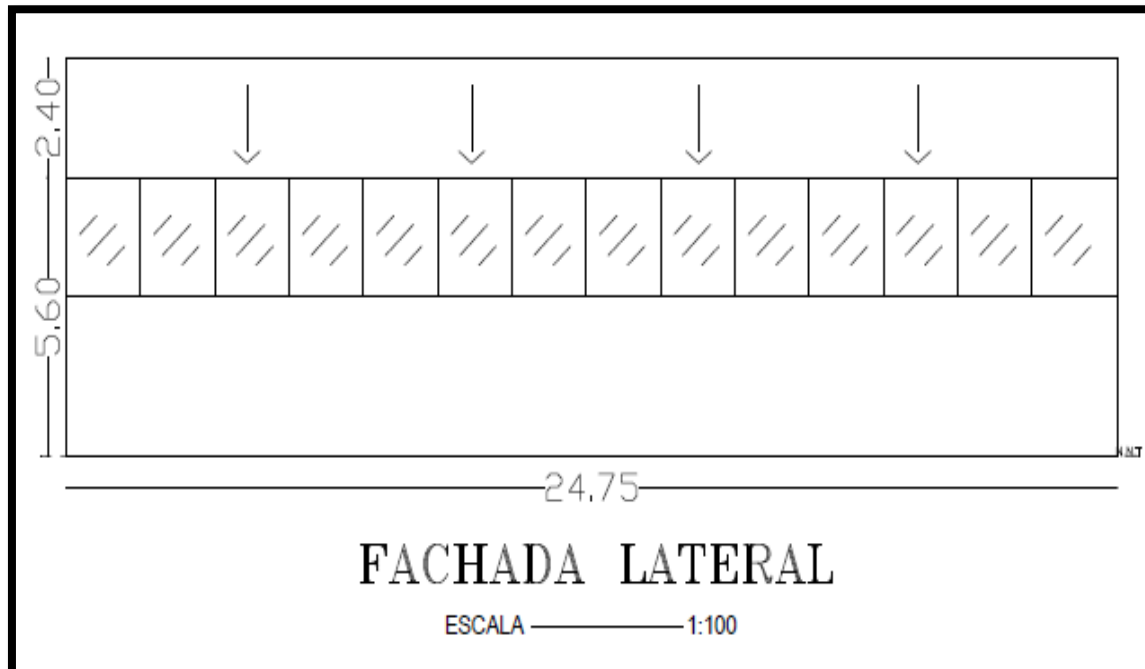


Figura AVII. 8. Fachada lateral de las instalaciones del CCICEV

La Figura AVII. 9, permite observar en planta las instalaciones del CCICEV, e identificar la distribución de sus ambientes.

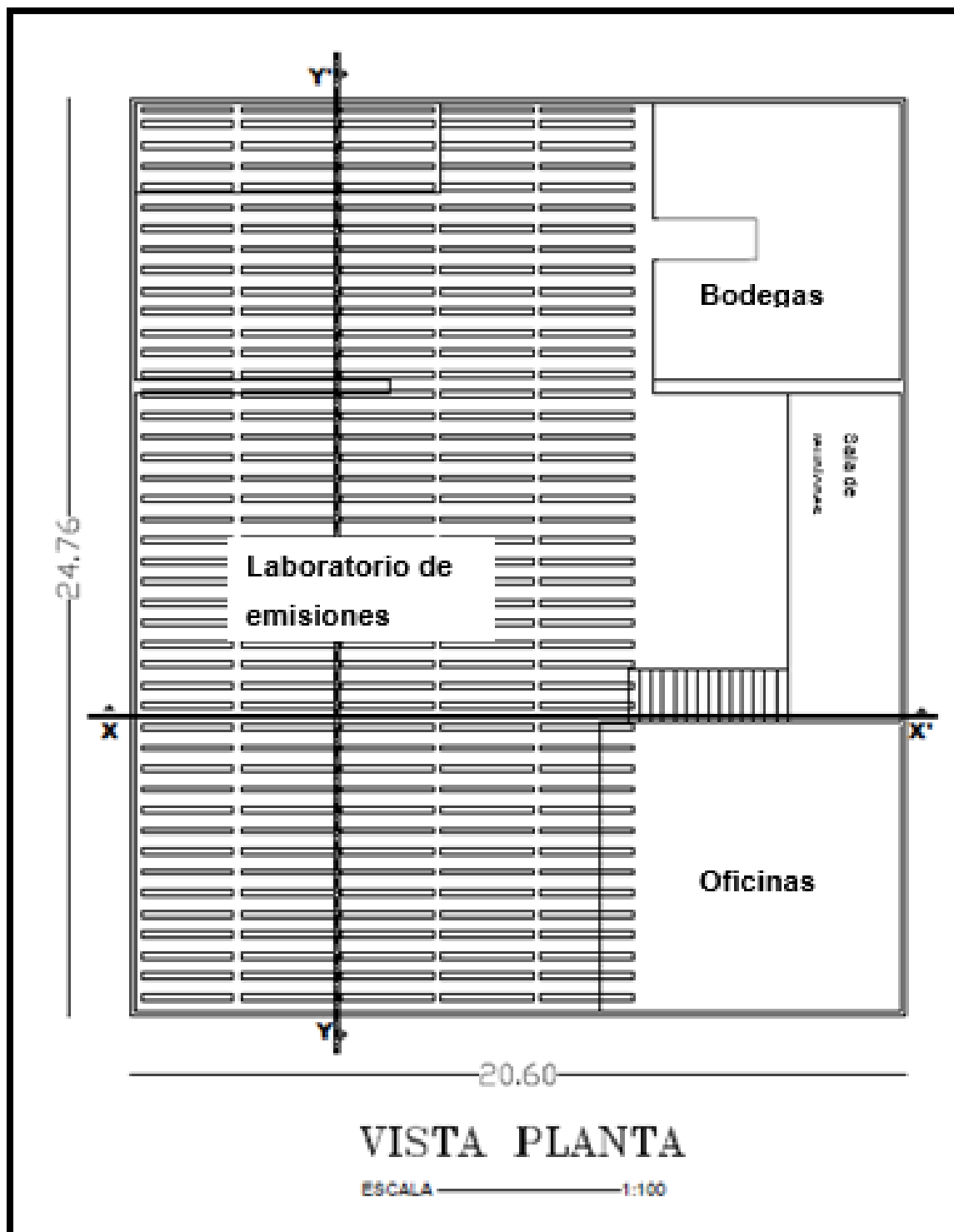


Figura AVII. 9. Vista en planta de las instalaciones del CCICEV para indicar la disposición de los paneles acústicos

La Figura AVII. 10, permite observar en corte la sección $x - x'$ y la Figura AVII. 11 en corte la sección $y - y'$, de las instalaciones del CCICEV, considerando los paneles acústicos.

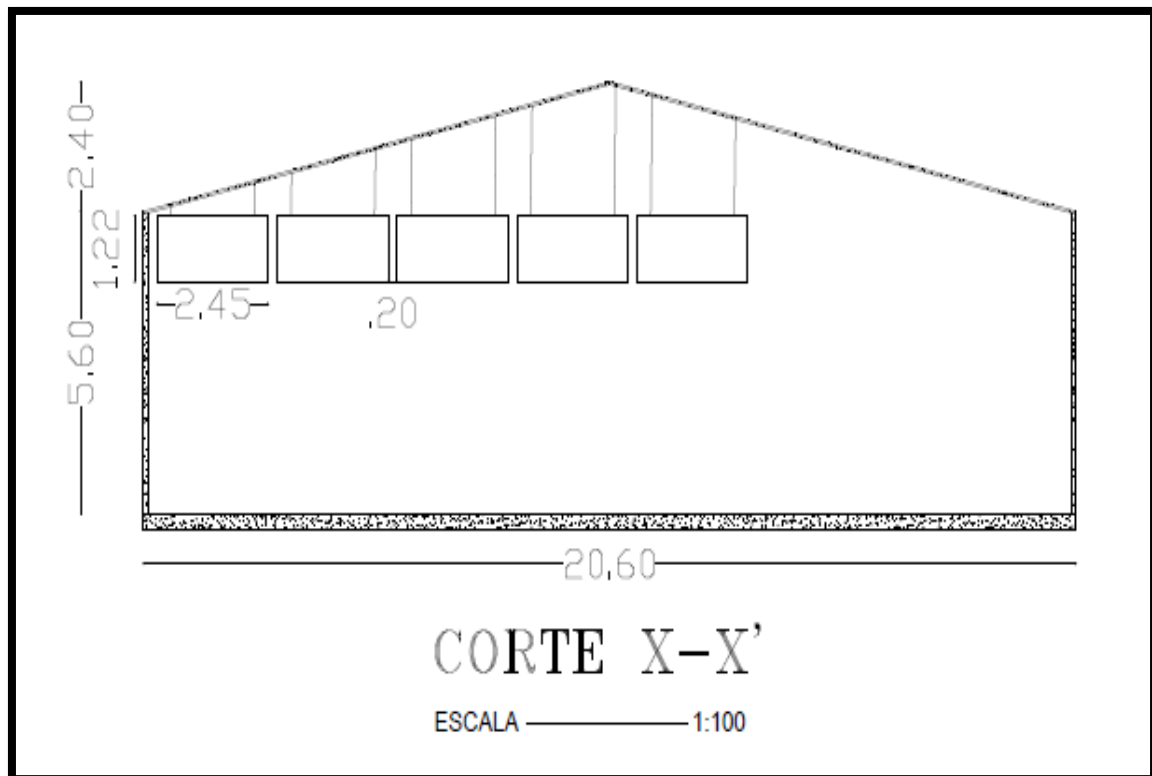


Figura AVII. 10. Corte en la sección x de las instalaciones del CCICEV para establecer disposición, dimensiones y espaciamiento entre los paneles

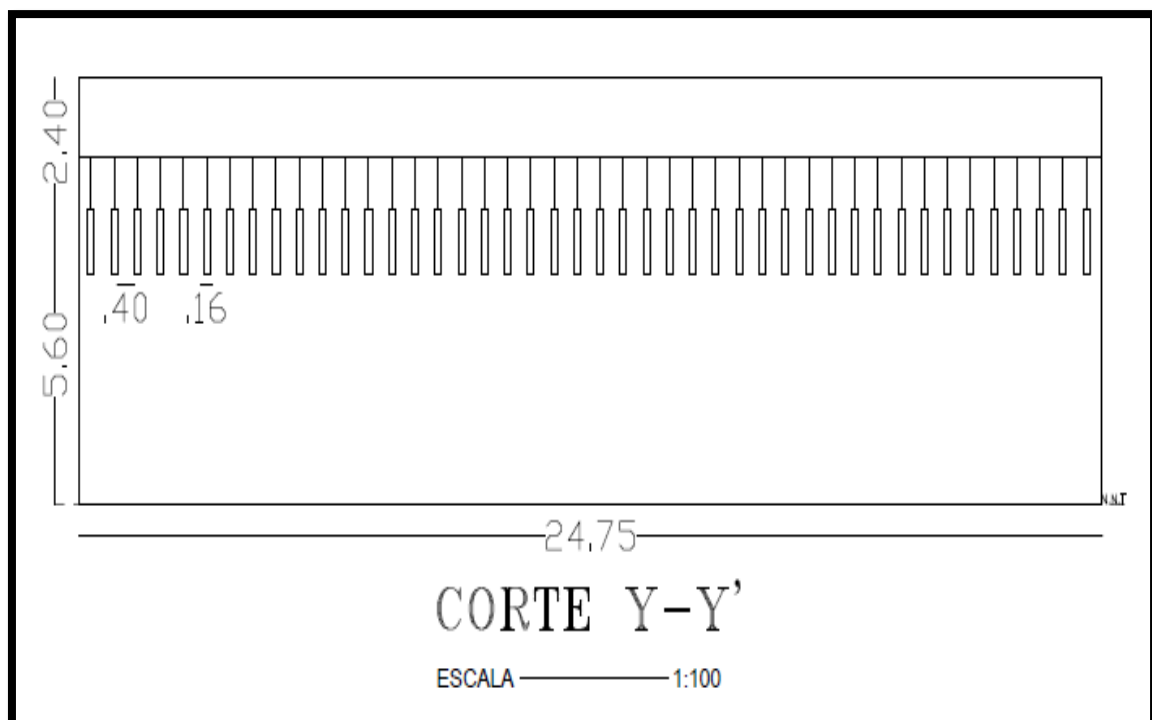


Figura AVII. 11. Corte en la sección y de las instalaciones del CCICEV para establecer disposición, dimensiones y espaciamiento entre los paneles

ANEXO VIII

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS TIPO OREJERA Y TIPO TAPÓN

Desde la Figura AVIII. 1. Hasta la Figura AVIII.19., es posible observar las características de los 19 diferentes protectores auditivos, de acuerdo a la información disponible en sus fichas técnicas.

PROTECTORES AUDITIVOS SONIS™ 1								
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación normal (dB)	13.9	13.1	15.4	25.5	31.9	32.8	35.4	36.9
Desviación estándar (dB)	3.7	1.9	2.4	2.1	3.8	3.7	2.7	3.1
Protección prevista (dB)	10.2	11.2	13.0	23.4	28.1	29.0	32.7	33.8
	H=31		M=24		L=16		SNR=27	

Figura AVIII. 1. Protector auditivo tipo orejera SONIS 1

(Sonis TM, 2019, p. 2)

PROTECTORES AUDITIVOS SONIS™ 2								
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación normal (dB)	17.8	16.9	20.4	30.5	39.4	35.0	38.3	36.9
Desviación estándar (dB)	3.3	1.8	2.7	1.9	4.2	3.3	3.4	3.3
Protección prevista (dB)	14.4	15.1	17.7	28.6	35.1	31.7	34.8	33.5
	H=34		M=29		L=21		SNR=31	

Figura AVIII. 2. Protector auditivo tipo orejera SONIS 2

(Sonis TM, 2019, p. 2)




PROTECTORES AUDITIVOS SONIS™ C

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación normal (dB)	18.0	18.4	20.4	28.8	40.0	36.3	42.4	43.1
Desviación estándar (dB)	3.3	2.2	1.8	1.6	2.9	4.4	2.2	3.4
Protección prevista (dB)	14.7	16.2	18.6	27.1	37.1	31.8	40.2	39.7
	H=35		M=29		L=21		SNR=32	

Figura AVIII. 3. Protector auditivo tipo orejera SONIS C

(Sonis TM, 2019, p. 2)




PROTECTORES AUDITIVOS SONIS™ 3

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación normal (dB)	21.5	22.1	28.4	38.8	45.0	40.3	39.5	40.6
Desviación estándar (dB)	3.4	2.5	2.0	2.3	4.9	3.6	3.3	2.7
Protección prevista (dB)	18.1	19.7	26.4	36.5	40.1	36.7	36.2	37.9
	H=37		M=35		L=27		SNR=37	

Figura AVIII. 4. Protector auditivo tipo orejera SONIS 3

(Sonis TM, 2019, p. 2)



Orejera de doble posición 3M™ 1430

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	16,3	12,6	12,9	19,2	28,5	33,5	42,9	35,0
Sf (dB)	4,9	3,9	2,2	3,7	2,3	1,7	3,4	4,2
APV (dB)	11,4	8,7	10,7	15,5	26,2	31,8	39,5	30,8
	SNR=23dB		H=31		M=20		L=13	

Figura AVIII. 5. Protector auditivo tipo orejera 3M 1430

(3M TM, 2019, p. 6)

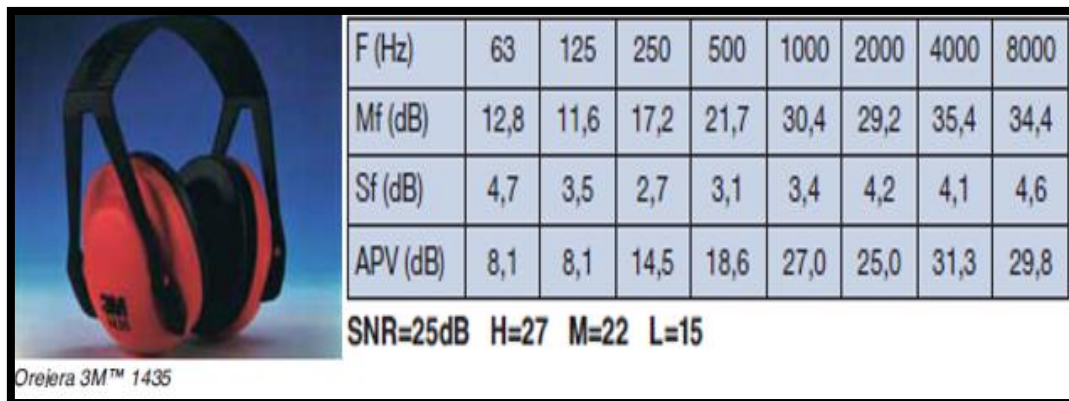


Figura AVIII. 6. Protector auditivo tipo orejera 3M 1435

(3M TM, 2019, p. 6)

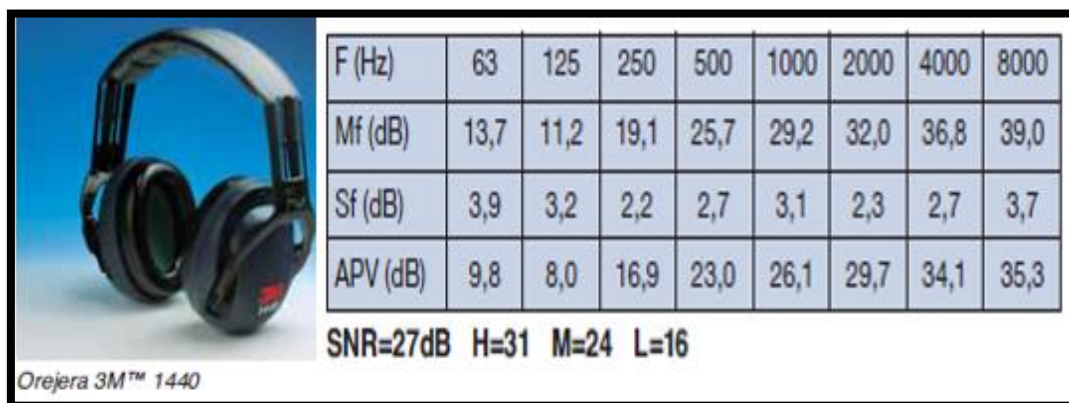


Figura AVIII. 7. Protector auditivo tipo orejera 3M 1440

(3M TM, 2019, p. 7)

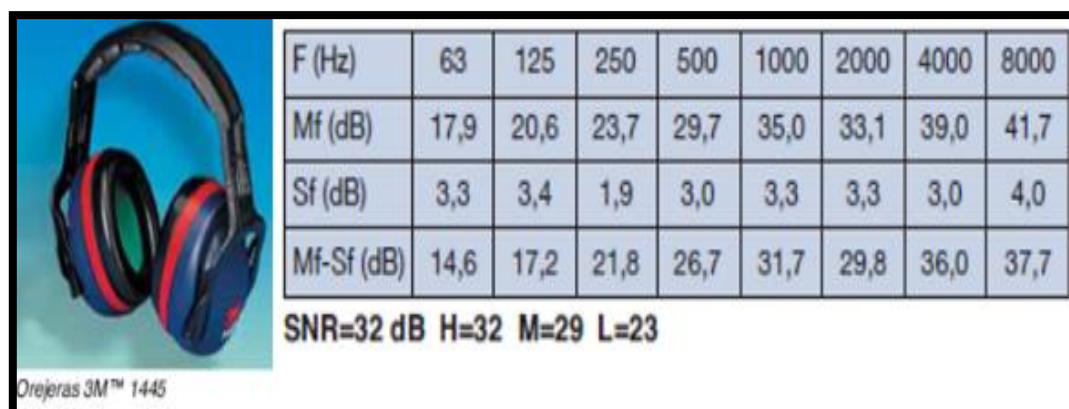


Figura AVIII. 8. Protector auditivo tipo orejera 3M 1445

(3M TM, 2019, p. 7)

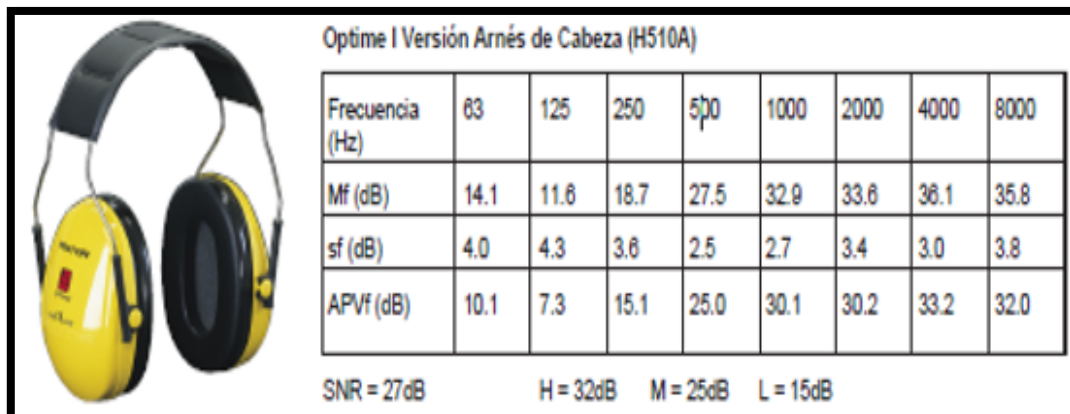


Figura AVIII. 9. Protector auditivo tipo orejera Optime I H510A

(DEGSO, 2019, p. 3)

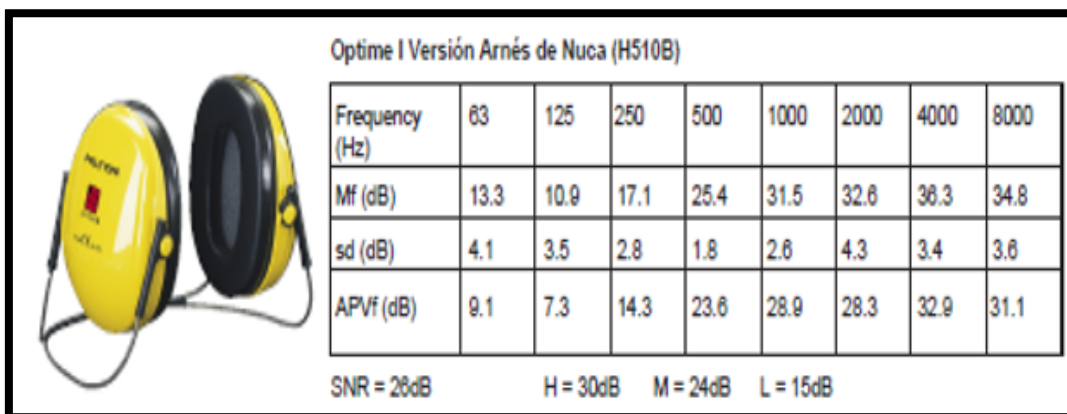


Figura AVIII. 10. Protector auditivo tipo orejera arnés de nuca Optime I H510B

(DEGSO, 2019, p. 3)

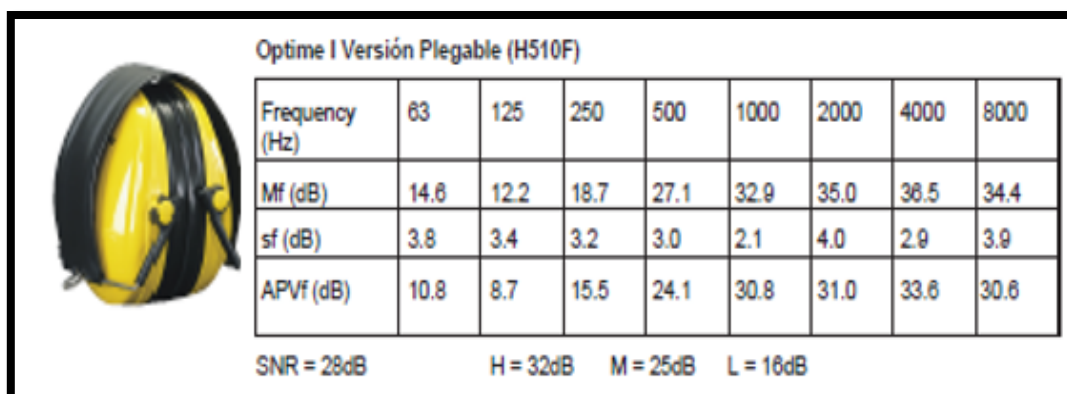


Figura AVIII. 11. Protector auditivo tipo orejera Optime I Plegable H510F

(DEGSO, 2019, p. 3)

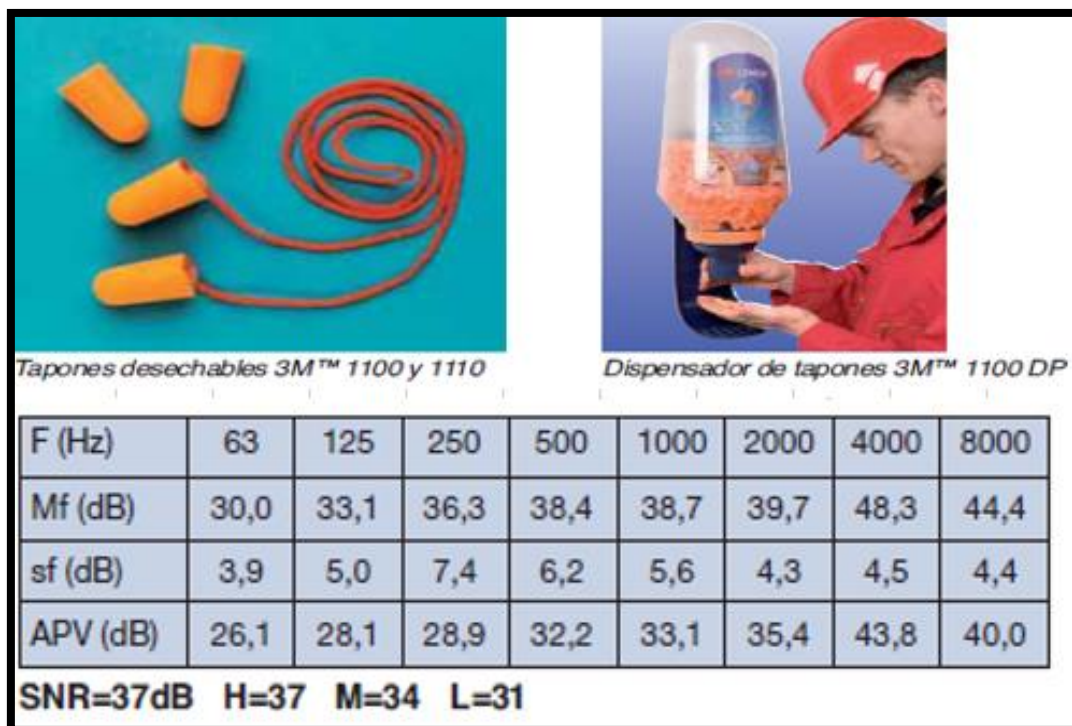


Figura AVIII. 12. Protector auditivo desechable tipo tapón 3M 1100 Y 1110

(3M TM, 2019, p. 3)

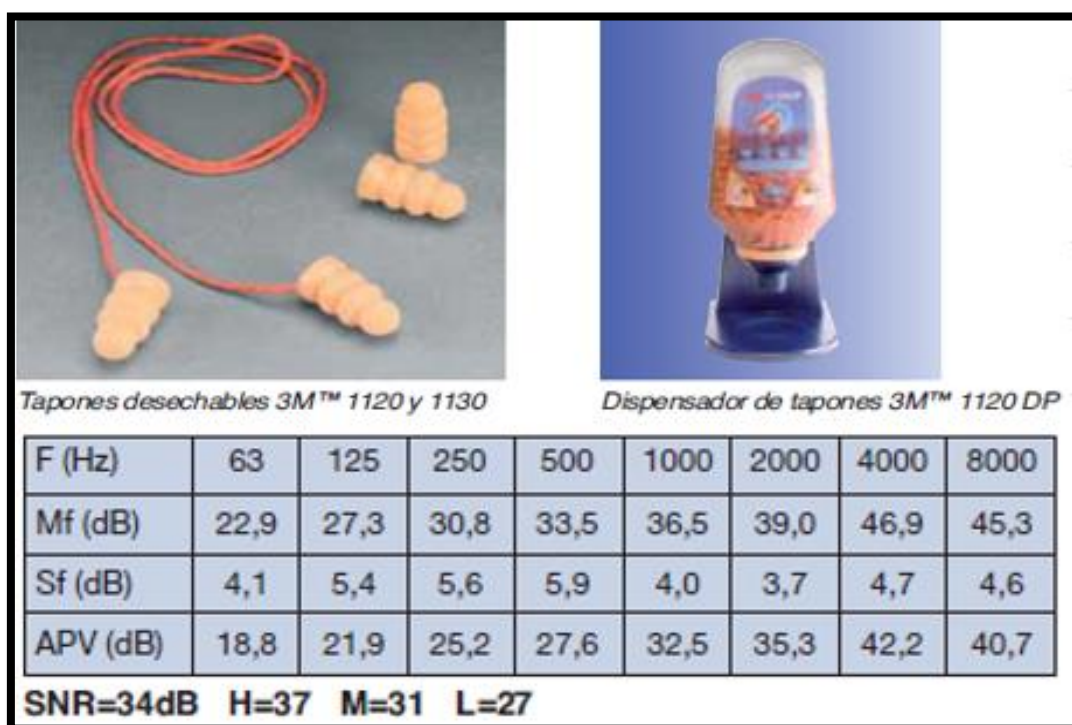


Figura AVIII. 13. Protector auditivo desechable tipo tapón 3M 1120 Y 1130

(3M TM, 2019, p. 3)

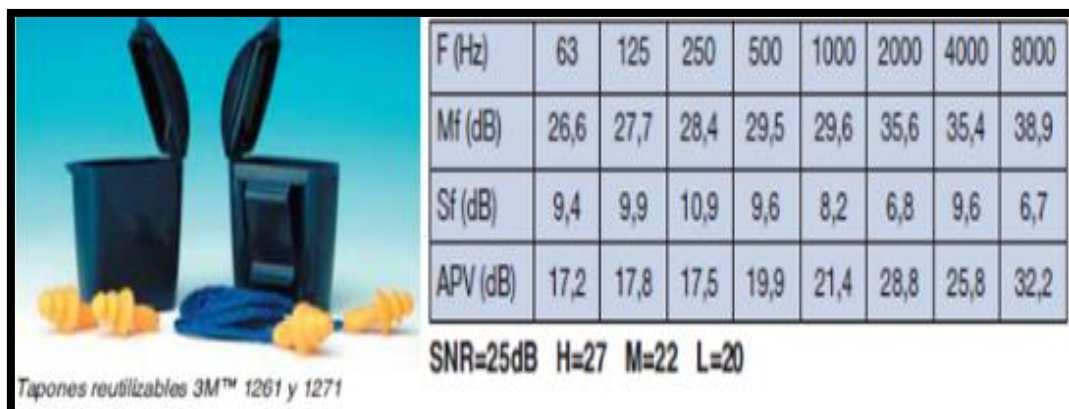


Figura AVIII. 14. Protector auditivo tipo tapón 3M 1261 Y 1271

(3M TM, 2019, p. 4)

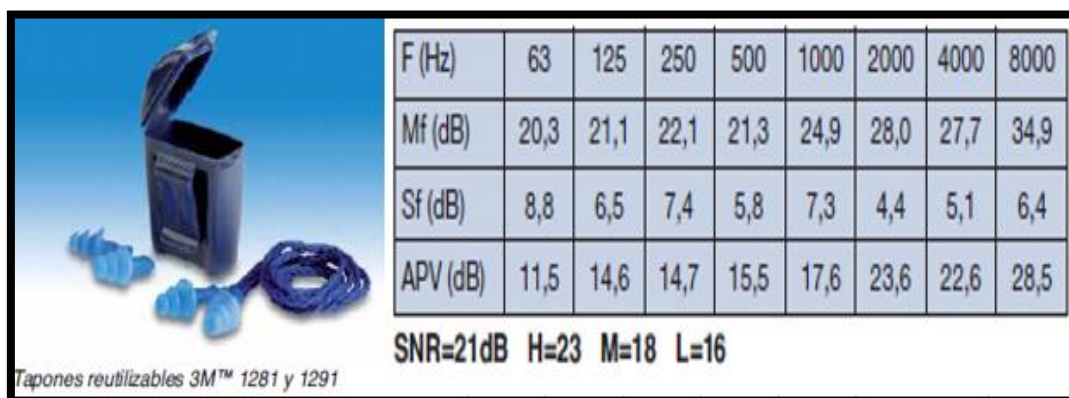


Figura AVIII. 15. Protector auditivo tipo tapón 3M 1281 Y 1291

(3M TM, 2019, p. 4)

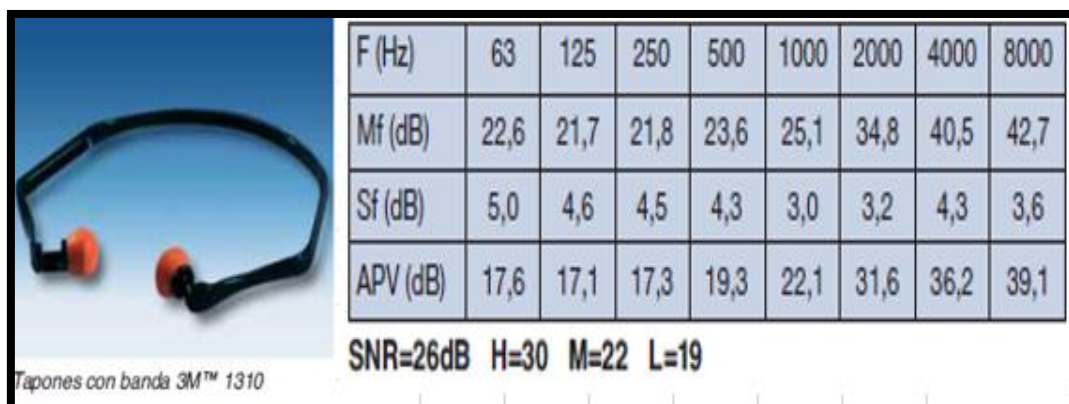


Figura AVIII. 16. Protector auditivo tipo tapón con banda bajo la barbilla 3M 1310

(3M TM, 2019, p. 5)

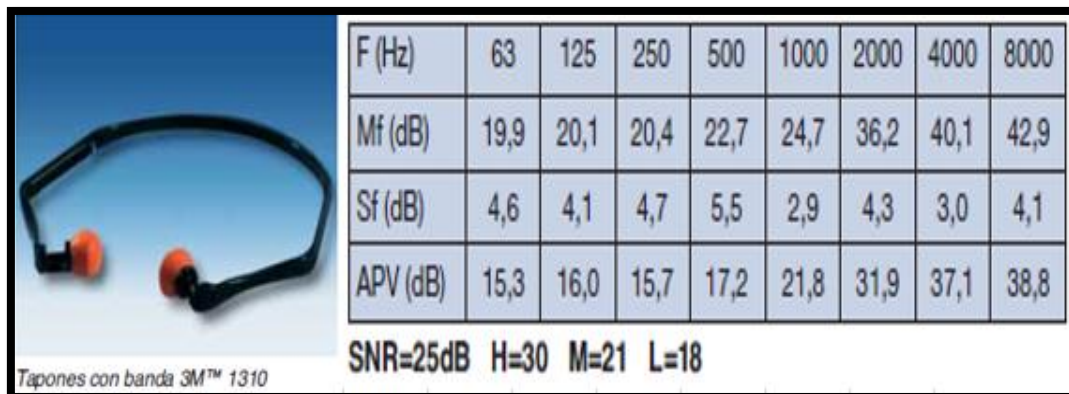


Figura AVIII. 17. Protector auditivo tipo tapón con banda sobre la nuca 3M 1310

(3M TM, 2019, p. 5)

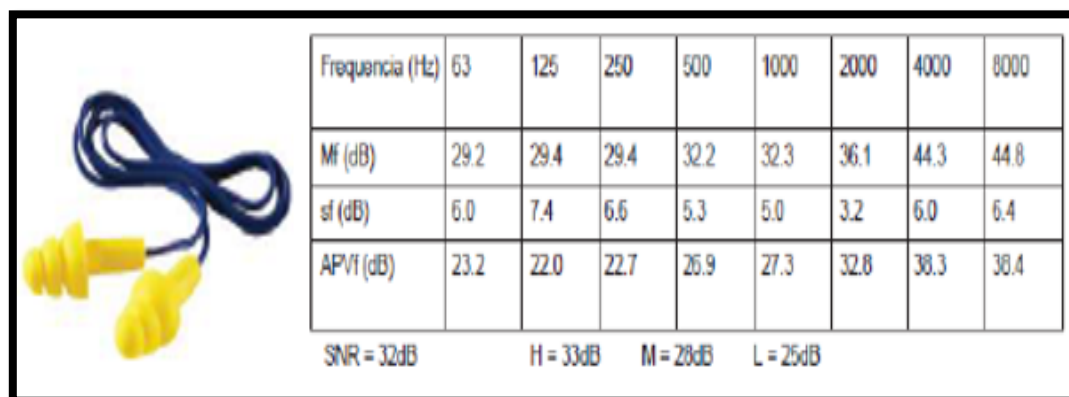


Figura AVIII. 18. Protector auditivo tipo tapón 3M Ultrafit

(SERIPACAR S.A., 2020, p. 2)

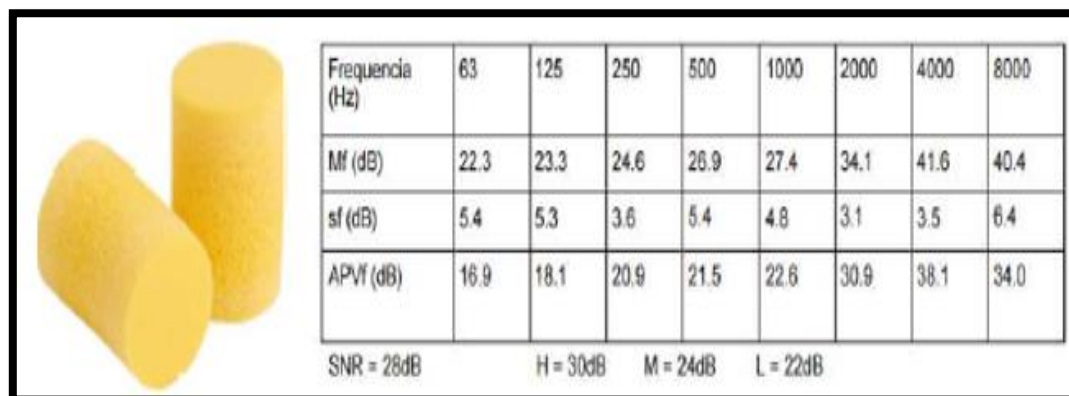


Figura AVIII. 19. Protector auditivo tipo tapón 3M E-A-R Classic

(SERIPACAR S.A., 2020, p. 2)

ANEXO IX

ESTIMACIÓN DE LA ATENUACIÓN EFECTIVA DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS, MÉTODO DE LAS BANDAS DE OCTAVA, SNR Y H, M Y L

La Tabla AIX. 1., es un ejemplo del cálculo realizado para determinar la estimación de la atenuación efectiva de todos los protectores auditivos utilizados en este proyecto, por cada una de las actividades consideradas.

Tabla AIX. 1. Método de bandas de octava, SNR y H, M y L para determinar la estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos SONIS 1 para la actividad 1

Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
NPS (dB)	98	96	92	90	89	87	83	79	102
Aten A	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Leq (dBA)	72	80	83	86	89	88	84	78	94
Aten C	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	
Leq (dBC)	97	96	92	90	89	86	82	76	101
APV	-10	-11	-13	-23	-28	-29	-33	-34	
Naten (dBA)	62	69	70	63	61	59	51	44	74
MÉTODO DE LAS BANDAS DE OCTAVA						PNR	20	L'A	74
MÉTODO DEL SNR				SNR	27	PNR	20	L'A	74
MÉTODO DE H, M Y L	H	31	L_C-L_A	7	PNR	19	L'A	75	
	M	24							
	L	16							

ANEXO X

FOTOS CCICEV

Desde la Figura AX. 1., hasta la Figura AX. 6., se observa la distribución de ambientes del CCICEV.

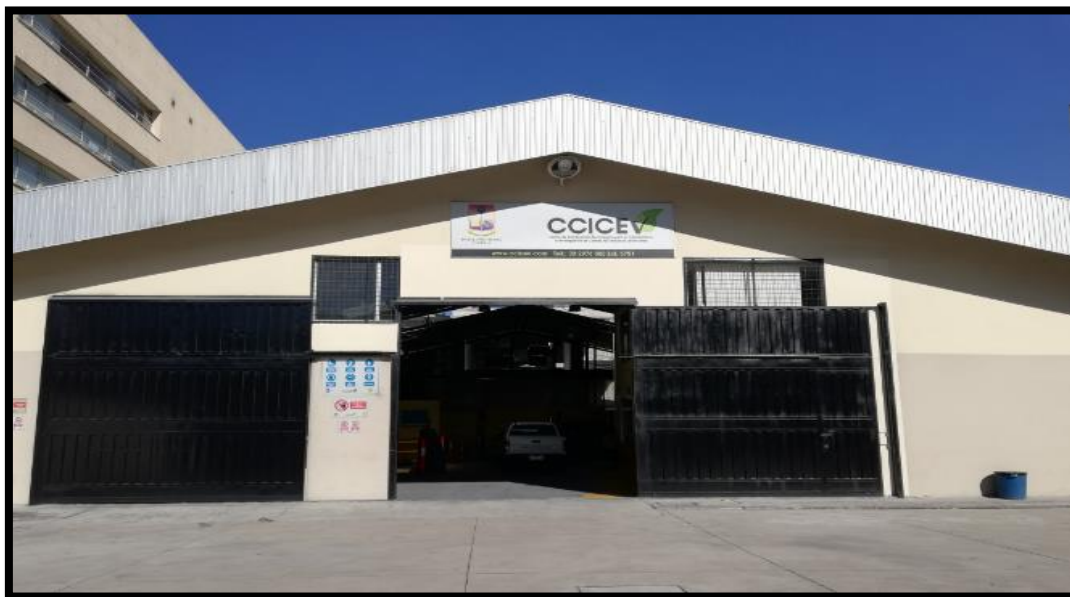


Figura AX. 1. Fachada frontal de las instalaciones del CCICEV – EPN



Figura AX. 2. Laboratorio de emisiones vehiculares del CCICEV - EPN

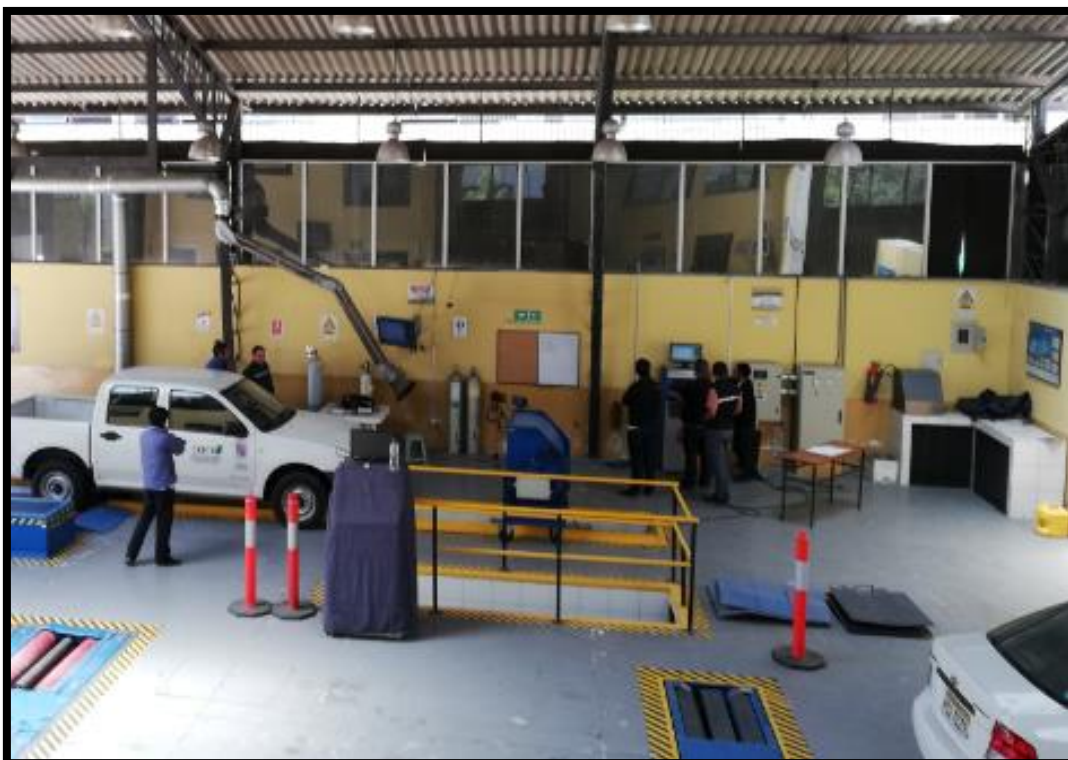


Figura AX. 3. Desarrollo del ensayo de laboratorio torque y potencia



Figura AX. 4. Preparación para el desarrollo del ensayo de laboratorio lug down



Figura AX. 5. Preparación para el desarrollo del ensayo de emisión de gases

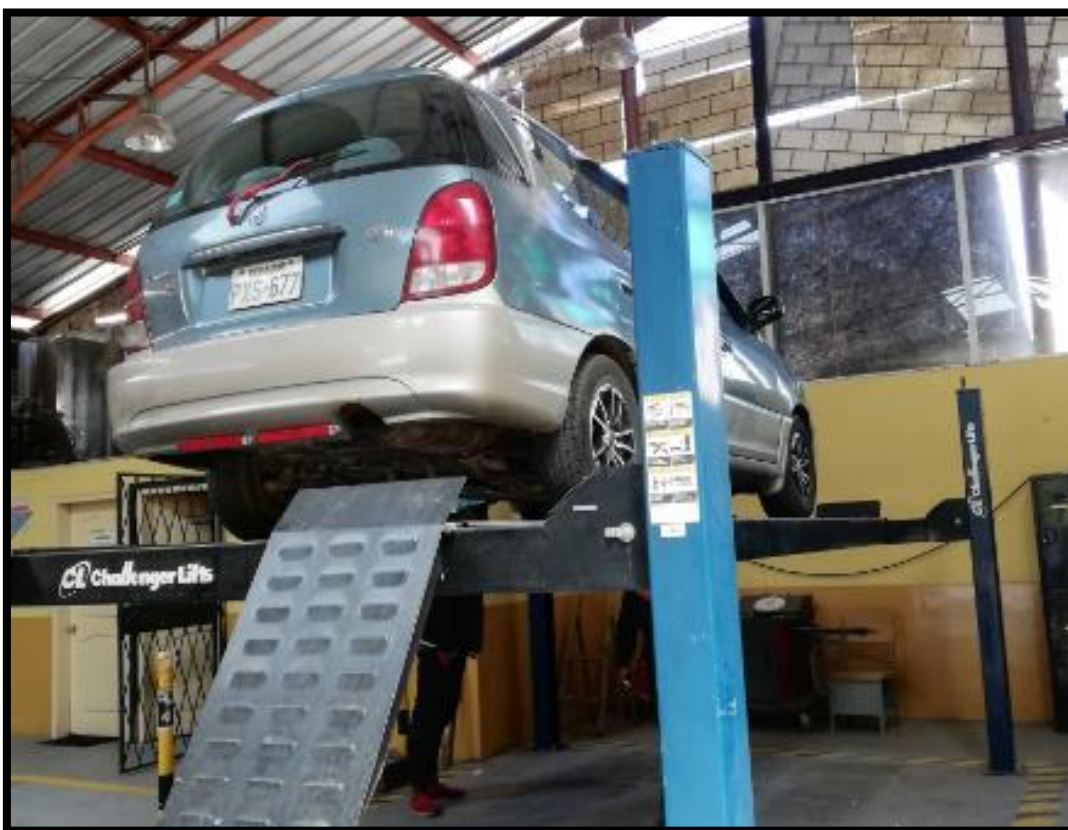


Figura AX. 6. Preparación para el ensayo de inspección visual