

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROYECTO DE TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico

**TEMA:**

---

ESTUDIO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIONES EN LA EMPRESA  
AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A PARA MEJORAR EL AMBIENTE  
LABORAL.

---

**AUTOR:**

Edwin Leonardo Sánchez Almeida

**TUTOR:**

Ing. M.Sc. Alexander Manolo Córdova Suárez

Ambato-Ecuador

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

### **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de director de tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema ESTUDIO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIONES EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S. A PARA MEJORAR EL AMBIENTE LABORAL, elaborado por el Sr. Edwin Leonardo Sánchez Almeida, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, 23 de abril de 2012

.....

Ing. M.Sc. Manolo Córdova

Director de Tesis

## AUTORÍA

El contenido del presente proyecto de tesis, sus ideas y opiniones son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato 23 de abril de 2012

.....

Sr. Edwin Leonardo Sánchez Almeida

C.I: 180387577-0

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto de tesis primero a Dios por la salud y la vida con la cual he podido alcanzar mis sueños y metas, a mis padres por el apoyo incondicional y su fe en mí, ya que eso me ha dado las fuerzas necesarias para seguir adelante, a mis hermanos por el apoyo incondicional que siempre me supieron brindar y a todos mis amigos por el estímulo y consejos dados durante mi preparación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero al Ing. Manolo Córdova, por haberme apoyado durante todo el desarrollo del proyecto de tesis, a la Empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, por haberme abierto las puertas de sus instalaciones y de esa manera haber podido realizar el presente trabajo y a todas las personas involucradas en la revisión del mismo, ya que sin ellos no se hubiese podido realizar con éxito.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I .....	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO .....	2
1.2.3 PROGNOSIS .....	2
1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES O INTERROGANTES .....	3
1.2.6. DELIMITACIÓN. ....	3
1.2.6.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	3
1.2.6.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	3
1.2.6.3. DELIMITACIÓN CONTENIDO .....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. GENERAL.....	4
1.4.2. ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II .....	6
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA .....	6
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	7
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.4.1 GESTIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	8
2.4.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS .....	9
2.4.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS Y MECÁNICOS.....	11
2.4.4 ESTUDIO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIONES .....	13
2.4.4.1. RUIDO.....	13
2.4.4.1.1. PRESIÓN ACÚSTICA.....	17
2.4.4.1.2. NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA PONDERADO A, $L_{PA}$ .....	18
2.4.4.1.3. NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A, $L_{Aeq,T}$ .....	18
2.4.4.1.4. NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIO EQUIVALENTE, $L_{Aeq,T}$ .....	19

2.4.4.1.5. NIVEL DE EXPOSICIÓN SEMANAL EQUIVALENTE, LAeq,S .....	19
2.4.4.1.6. NIVEL DE PICO, Lpico o LC.....	20
2.4.4.1.7. RUIDO ESTABLE .....	20
2.4.4.1.7. RUIDO Y EDAD .....	21
2.4.4.1.8. NIVEL DE ESCUCHA DE MÁXIMO CONFORT .....	23
2.4.4.1.9. ATENUACIÓN .....	25
2.4.4.1.10. ATENUACIÓN POR EQUIPOS DE PROTECCIÓN EPIs	25
2.4.4.1.11. MÉTODO DE BANDAS DE OCTAVA.....	26
2.4.4.1.12. MÉTODO ALTO, MEDIO Y BAJO (HML) .....	28
2.4.4.1.13. MÉTODO SNR.....	29
2.4.4.1.14. COMBINACIÓN DE OREJERAS Y TAPONES .....	30
2.4.4.1.15. ATENUACIÓN POR BARRERAS. ....	30
2.4.4.2. ILUMINACIÓN .....	39
2.4.4.2.1. TIPOS DE ILUMINACIÓN .....	41
2.4.4.2.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA .....	43
2.4.4.2.3. RADIACIONES ÓPTICAS.....	44
2.4.4.2.3. RADIOMETRÍA .....	47
2.4.4.3. VIBRACIONES.....	49
2.4.4.3.1. VIBRACIÓN TRANSMITIDA AL SISTEMA MANO-BRAZO (VMB) .....	50
2.4.4.3.2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL SISTEMA MANO-BRAZO (VMB).....	50
2.4.4.3.3. MEDIDA Y EVALUACIÓN DE LAS VIBRACIONES TRANSMITIDAS POR LA MANO .....	51
2.4.4.3.4. VIBRACIÓN TRANSMITIDA A CUERPO COMPLETO (VCC).....	52
2.4.4.3.5. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CUERPO COMPLETO (VCC) .....	52
2.4.4.3.6. RESPUESTA HUMANA A LAS VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL CUERPO COMPLETO. ....	53
2.4.4.3.7. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES .....	54
2.4.4.3.8. VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y VALORES DE EXPOSICIÓN QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN .....	57
2.4.4.4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	58

2.4.4.5. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD .....	60
2.4.4.5.1. ALTERACIONES AUDITIVAS.....	60
2.4.4.5.2. EFECTOS BIOLÓGICOS EXTRA AUDITIVOS .....	61
2.4.4.6. EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN EN LA SALUD .....	62
2.4.4.7. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE LAS VIBRACIONES A LA SALUD .....	63
2.4.4.7.1. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES .....	63
2.4. HIPÓTESIS .....	68
2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	69
2.6.1 CATEGORIZACIÓN .....	69
CAPÍTULO III.....	71
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	71
3.1.1. ENFOQUE.....	71
3.1.2. MODALIDAD.....	71
3.2. NIVELES DE INVESTIGACIÓN.....	71
3.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	71
3.2.2. NIVEL DESCRIPTIVO .....	72
3.2.3. NIVEL DE ASOCIACIÓN DE VARIABLES .....	72
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	72
3.3.2. POBLACIÓN .....	72
3.3.2. MUESTRA .....	72
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	73
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	75
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	75
3.6.1. PROCESAMIENTO.....	75
3.6.1.1. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	75
CAPÍTULO IV.....	77
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	77
4.1.1. RESULTADOS .....	78
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO POR PRESENCIA DE ENFERMEDADES .....	78
4.1.3. ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO USANDO LA MATRIZ PROBABILIDAD GRAVEDAD Y VULNERABILIDAD (PG.)	79
4.1.4 EVALUACIONES .....	80

4.1.5. EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AL RUIDO .....	81
4.1.5.1. SONOMETRÍA .....	81
4.1.5.1. PASOS ARA EL MANEJO DEL SONÓMETRO.....	83
4.1.5.1.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RUIDO.....	84
4.1.5.2. DOSIMETRÍA.....	86
4.1.5.2.1. PASOS PARA EL MANEJO DEL DOSÍMETRO .....	87
4.1.5.2.2. PROCEDIMIENTO PARA LA DOSIMETRÍA .....	87
4.1.5.3. CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO.....	90
4.1.5.4. NOMENCLATURA UTILIZADA EN LAS TABLAS DE SONOMETRÍA .....	92
4.1.5.5.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS PARA LA DOSIMETRÍA...97	
4.1.5.5.2. TABLAS DE DOSIMETRÍA .....	98
4.1.6. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN .....	107
4.1.6.1. DATOS TÉCNICOS DE LUXÓMETRO .....	107
4.1.6.2. PARTES DEL LUXÓMETRO.....	108
4.1.6.4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA LA DOSIS DE ILUMINACIÓN (DI) EN CADA PUESTO DE TRABAJO .....	112
4.1.7. VIBRACIÓN .....	116
4.1.7.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE VIBRACIÓN...117	
4.1.7.1.1. PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES.....	118
4.1.7.1.2. ORGANIZACIÓN DE LAS MEDICIONES (MUESTREO) .....	118
4.1.7.1.3. DURACIÓN DE LAS MEDICIONES .....	119
4.1.7.1.4. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN. ...120	
4.1.7.1.5. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES .....	121
4.1.7.1.9. VIBRACIONES MANO-BRAZO (UNE-EN ISO 5349-2 (2002)).....	122
4.1.7.1.6. UBICACIÓN DE LOS ACELERÓMETROS.....	122
4.1.7.1.7. VIBRACIONES CUERPO ENTERO (UNE-EN ISO 5349-2 (2002)).....	123
4.1.7.1.8. UBICACIÓN DE LOS ACELERÓMETROS.....	123
4.1.7.1.9. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES CUERPO COMPLETO.....	123

4.1.7.1.10. VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO CON UNA SOLA FUENTE DE EXPOSICIÓN .....	124
4.1.7.1.11. VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO Y EXPOSICIÓN A VARIAS FUENTES DE VIBRACIONES .....	124
4.1.7.1.12. CÁLCULO A PARTIR DE MEDICIÓN DE DOSIS DE VIBRACIONES.....	125
4.1.7.1.13. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES MANO-BRAZO ...	125
4.1.7.1.14. VIBRACIONES MANO-BRAZO Y UNA SOLA FUENTE DE EXPOSICIÓN .....	125
4.1.7.1.15. VIBRACIONES MANO-BRAZO Y EXPOSICIÓN A VARIAS FUENTES .....	126
4.1.7.1.16. CÁLCULO A PARTIR DE MEDICIÓN DE DOSIS DE VIBRACIONES.....	126
4.1.7.1.17. VALORACIÓN DE VIBRACIONES .....	127
4.1.7.2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS PARA VIBRACIÓN .....	129
4.1.7.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA ANÁLISIS DE VIBRACIONES (CÁLCULOS REPRESENTATIVOS).....	130
4.1 ANÁLISIS DEL RIESGO .....	142
4.1.2 ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO CON LA MATRIZ PROBABILIDAD GRAVEDAD VULNERABILIDAD (PGV) .....	143
4.2. ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN.....	143
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	144
CAPÍTULO V .....	145
5.1 CONCLUSIONES .....	145
5.2 RECOMENDACIONES .....	146
CAPÍTULO VI.....	147
6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	147
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	147
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	148
6.4 OBJETIVOS.....	148
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	149
6.5.1 ANÁLISIS DE COSTOS .....	149
6.5.2 COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	149
6.6 FUNDAMENTACIÓN .....	150

6.6.1 MATRIZ DE RIESGOS .....	150
6.6.2 MAPA DE RUIDO.....	152
6.6.2.1. MAPA DE RUIDO NIVEL -2.62.....	153
6.6.2.2. MAPA DE RUIDO NIVEL +0.00.....	154
6.6.2.3. MAPA DE RUIDO NIVEL +0.00 Y NIVEL +2.50.....	155
6.6.3.1.1. ZONA HÚMEDA:.....	156
6.6.3.1.2. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA DE SIERRA CIRCULAR .....	166
6.6.3.1.3 CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA MÁQUINA EXTRUSORA.....	170
6.6.3.1.4. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA ARMADO .....	172
6.6.3.1.5. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA QUEMADORES .....	174
6.6.3.1.6. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA DE CORTE DE REJOS.....	175
6.6.4 MAPA DE ILUMINACIÓN .....	179
6.6.4.1. MAPA DE ILUMINACIÓN NIVEL +0.00 .....	180
6.6.4.2. MAPA DE ILUMINACIÓN NIVEL +2.50 .....	181
6.6.5 EVALUACIÓN.....	182
6.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	182
6.7.1 PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	182
6.8 ADMINISTRACIÓN .....	239
6.9 PREVENCIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	239
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	242
1. BIBLIOGRAFÍA.....	242
1.2 PAGINAS WEB.....	242
3. ANEXOS.....	244
ANEXO 1.-LÍMITES DE ACELERACIÓN LONGITUDINAL (AZ) COMO FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN.....	245
ANEXO 2.-LÍMITES DE ACELERACIÓN TRANSVERSAL (AX, AY) COMO FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN .....	246
ANEXO 3.-LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN EN MANOS A VIBRACIONES EN DIRECCIONES Xh, Yh, Zh.....	247
ANEXO 4.-CONSTANTES DE TIEMPO PARA SONÓMETROS .....	247

ANEXO 5.-CRITERIO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO SEGÚN CRITERIO DEL REAL DECRETO 1616/1989 .....	248
ANEXO 6.-NIVELES SONOROS PARA RUIDO DE IMPACTO .....	248

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Rangos de probabilidad y severidad para daños y consecuencias. ....	12
Tabla 2. 2 Cuadro de probabilidad de riesgos laborales. ....	12
Tabla 2. 3 Tabla de valoración de riesgo. ....	13
Tabla 2. 4 Tabla de fuentes de ruido. ....	21
Tabla 2. 5 Clasificación de las mediciones según su precisión. ....	21
Tabla 2. 6 Nivel de audición comfortable (en dB SPL) para cada edad. ....	23
Tabla 2. 7 Exposiciones permisibles (Legislación Aplicable). ....	24
Tabla 2. 8 Información proporcionada por el fabricante para cálculo de la atenuación. ....	27
Tabla 2. 9 Valores de las ponderaciones de frecuencia en bandas de octava de la curva A. ....	27
Tabla 2. 10 Pérdida de inserción relativa obtenida de un modelo a escala 1/16 de acuerdo al tipo de cumbrera. ....	37
Tabla 2. 11 Niveles de iluminación según tipos de actividad. ....	43
Tabla 2. 12 Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares. ....	44
Tabla 2. 13 Tabla de órdenes de magnitud en que se encuentran la frecuencia, la longitud de onda y la energía correspondientes a un fotón de radiación UV, visible o IR. ....	45
Tabla 2. 14 Denominaciones del espectro óptico ....	47
Tabla 2. 15 Magnitudes radiométricas ....	49
Tabla 2. 16 Efectos fisiológicos de las radiaciones ópticas. ....	49
Tabla 2. 17 Guía para la aplicación de las curvas de ponderación frecuencial para factores de ponderación adicional. ....	53
Tabla 2. 18 Guía para la aplicación de las curvas de ponderación frecuencial para las principales ponderaciones. ....	54
Tabla 2. 19 Gravedad de vibraciones para diferentes clases de máquinas. ....	56
Tabla 2. 20 Efectos del ruido sobre la salud. ....	60
Tabla 2. 21 Efectos fisiológicos de las radiaciones ópticas. ....	63
Tabla 2. 22 Efecto de la exposición a las vibraciones. ....	64
Tabla 2. 23 Alteraciones de la salud que pueda aumentar el riesgo de daños por exposición a vibraciones. ....	67
Tabla 4. 1 Estimación de los factores de riesgo. ....	79
Tabla 4. 2 Análisis de evaluación de ruido. ....	89
Tabla 4. 3 Resultados de sonometría Nivel 1. ....	94
Tabla 4. 4 Resultados de sonometría Nivel 2. ....	96
Tabla 4. 5 Resultados de dosimetría Nivel 2. ....	99
Tabla 4. 6 Tabla de dosimetría para corte de rejos. ....	100
Tabla 4. 7 Tabla de dosimetría para máquina divididora. ....	101
Tabla 4. 8 Tabla de dosimetría para máquina extrusora. ....	102
Tabla 4. 9 Tabla de dosimetría para zona húmeda. ....	103

Tabla 4. 10	Tabla de dosimetría para zona de armado. ....	104
Tabla 4. 11	Tabla de dosimetría para zona empaque. ....	105
Tabla 4. 12	Tabla de dosimetría para zona de sierra circular. ....	106
Tabla 4. 13	Resultados evaluación ruido. ....	107
Tabla 4. 14	Niveles de iluminación para lugares de trabajo. ....	107
Tabla 4. 15	Nivel de iluminación por puesto de trabajo. ....	115
Tabla 4. 23	Tiempos mínimos de medición. ....	120
Tabla 4. 24	Aceleración equivalente máxima permisible. ....	121
Tabla 4. 25	Aceleración equivalente máxima permitida. ....	121
Tabla 4. 26	Valores de Límite de Acción para Mano-Brazo y Cuerpo Entero. ....	127
Tabla 4. 27	Valores Límite -Umbral para vibraciones transmitidas Mano-Brazo y Cuerpo Completo. ....	128
Tabla 4. 28	Rangos de vibración VMB y VCC. ....	128
Tabla 4. 29	Incertidumbre K según rango de vibraciones. ....	129
Tabla 4. 30	Medición basicéntrica en cada mano. ....	135
Tabla 4. 31	Evaluación de exposición. ....	137
Tabla 4. 32	Cálculo de aceleración de vibración por ejes. ....	139
Tabla 4. 33	Cálculo del valor de acción y valor límite. ....	141
Tabla 4. 34	Resultados evaluación vibraciones. ....	142
Tabla 4. 35	Calificación de riesgo de accidente. ....	142
Tabla 6. 1	Análisis de costos unitarios. ....	150
Tabla 6. 2	Análisis de costos indirectos. ....	150
Tabla 6. 3	Atenuación-marcado comisión Europea CE (EN352-2) ....	156
Tabla 6. 4	Porcentajes de protección y protección asumida de un protector auditivo. ....	157
Tabla 6. 5	Espectros de frecuencia de banda de octava de la zona húmeda. ....	158
Tabla 6. 6	Ponderación (A) en cada banda de octava. ....	158
Tabla 6. 7	Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona húmeda. ....	159
Tabla 6. 8	Cálculo de la atenuación (LA') de la zona húmeda. ....	159
Tabla 6. 9	Datos de ubicación de la barrera para la zona húmeda. ....	162
Tabla 6. 10	Datos de frecuencia de sonido para la zona húmeda. ....	163
Tabla 6. 11	Datos de propiedades de tableros acústicos. ....	163
Tabla 6. 12	Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona húmeda. ....	164
Tabla 6. 13	Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de sierra circular. .....	166
Tabla 6. 14	Datos del fabricante para dos posiciones distintas. ....	166
Tabla 6. 15	Cálculo de la atenuación LA' de la zona de sierra circular. ....	167
Tabla 6. 16	Datos de ubicación de la barrera para zona de sierra circular. ....	168
Tabla 6. 17	Datos de frecuencia de sonido para zona de sierra circular. ....	168
Tabla 6. 18	Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona sierra circular. .....	169
Tabla 6. 19	Datos del fabricante (Tabla de atenuación). ....	171
Tabla 6. 20	Cálculo de atenuación para máquina extrusora. ....	171

Tabla 6. 21 Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de armado. ....	172
Tabla 6. 22 Atenuación-marcado CE (EN352-2). .....	173
Tabla 6. 23 Cálculo de la atenuación (LA') en la zona de armado. ....	173
Tabla 6. 24 Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de quemadores. .....	174
Tabla 6. 25 Atenuación-marcado CE (EN352-1). .....	174
Tabla 6. 26 Cálculo de la atenuación (LA') en la zona de armado. ....	174
Tabla 6. 27 Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de corte de rejos. .....	175
Tabla 6. 28 Atenuación-marcado CE (EN352-1). .....	176
Tabla 6. 29 Cálculo de la atenuación LA' en la zona de corte de rejos. ....	176
Tabla 6. 30 Datos de ubicación para la barrera en la zona de corte de rejos. ....	177
Tabla 6. 31 Datos de frecuencia de sonido para la zona de corte de rejos. ....	177
Tabla 6. 32 Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona sierra circular. .....	178

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Esquema de evaluación de riegos.....	8
Figura 2. 2 Esquema de técnicas de seguridad. ....	10
Figura 2. 3 Esquema de evaluación de riesgos. ....	10
Figura 2. 4 Sonómetro cirrus. ....	14
Figura 2. 5 Pistófono.....	15
Figura 2. 6 Niveles de audición esperados, en hombres, en función de la edad. Promedio para oído derecho e izquierdo. ....	22
Figura 2. 7 Niveles de audición esperados, en mujeres, en función de la edad promedio para oído derecho e izquierdo.....	22
Figura 2. 8 Partes del oído humano. ....	24
Figura 2. 9 Propagación de la onda esférica de sonido.....	30
Figura 2. 10 Principio de Huygens. ....	31
Figura 2. 11 Patrones de difracción que forman rejillas con: (a) 1 rendija; (b) 2 rendijas; (c) 5 rendijas; (d) 20 rendijas. ....	32
Figura 2. 12 Fuente y pantalla acústica.....	33
Figura 2.13 Zona de sombra. ....	33
Figura 2.14 Difracción en un panel acústico. ....	34
Figura 2. 15 Máximos y mínimos de difracción en la pantalla acústica.....	35
Figura 2. 16 Diferencia de caminos para panel acústico. ....	36
Figura 2. 17 Ábaco de Maekawa para el cálculo de pérdida por inserción de pantallas. ....	38
Figura 2. 18 Partes del ojo humano. ....	40
Figura 2. 19 Curva de sensibilidad del ojo humano a las radiaciones monocromáticas de longitud de onda. ....	41
Figura 2. 20 Niveles de iluminación.....	42
Figura 2. 21 Árbol de técnicas para radiaciones ópticas.....	45
Figura 2. 22 Escalas de espectro óptico.....	46
Figura 2. 23 Clasificación del espectro visible. ....	46
Figura 2. 24 Gráfica de irradiación vs tiempo de exposición para el ejemplo citado.....	48
Figura 2. 25 Esquema de ejes para vibraciones mano brazo (VMB).....	50
Figura 2. 26 Curva de ponderación.....	52
Figura 2. 27 Ejes basicéntricos del cuerpo humano.....	54
Figura 2. 28 Modelo mecánico del cuerpo humano.....	58
Figura 2. 29 Esquema sobre condiciones de salud y trabajo. ....	59
Figura 2. 30 Categorización de variable independiente.....	69
Figura 2. 31 Categorización de variable dependiente.....	70
Figura 4. 1 Enfermedades de trabajo INSHT.....	78
Figura 4. 2 Porcentaje de afectación VS. Tipo de enfermedades .....	79
Figura 4. 3 Significación de factores de riesgo.....	80
Figura 4. 4 Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista frontal. ....	81

Figura 4. 5 Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista posterior y lateral.....	82
Figura 4. 6 Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista inferior. ....	82
Figura 4. 7 Información del display mostrada en el sonómetro.....	83
Figura 4. 8 Toma de datos de la zona húmeda.....	84
Figura 4. 9 Toma de datos en la máquina divididora.....	85
Figura 4. 10 Toma de datos en zona de sierra circular. ....	85
Figura 4. 11 Toma de datos en la zona de quemadores. ....	85
Figura 4. 12 Toma de datos en el área de empaque. ....	86
Figura 4. 13 Esquema del Dosímetro Cirrus Research plc (Dosebadge CR: 100B).....	86
Figura 4. 14 Procedimiento de medición. ....	88
Figura 4. 15 Procedimiento de arranque para toma de datos. ....	88
Figura 4. 16 Procedimiento de parada de toma de datos del dosímetro. ....	89
Figura 4. 17 Partes del luxómetro .....	108
Figura 4. 18 Zona de corte de rejos.....	109
Figura 4. 19 Zona de Besteado. ....	109
Figura 4. 20 Zona de almas.....	110
Figura 4. 21 Zona de extrusión. ....	110
Figura 4. 22 Zona de corte y armado .....	111
Figura 4. 23 Zona húmeda (máquina extractora de humedad) .....	111
Figura 4. 24 Nivel medido frente al nivel de referencia máximo (obtenido de la tabla 4.15) .....	116
Figura 4. 25 Índice de luminosidad por puesto de trabajo (obtenido de la tabla 4.15). ....	116
Figura 4. 26 Vibrómetro .....	117
Figura 4. 27 Medición basicéntrica en la máquina divididora a los tres ejes. ....	129
Figura 4. 28 Medición basidinámica en la máquina divididora a los tres ejes. ...	129
Figura 4. 29 Medición basicéntrica y basidinámica en la máquina cortadora manual a los tres ejes. ....	130
Figura 6. 1 Espectro de atenuación en banda de octava para la zona húmeda. ...	160
Figura 6. 2 Mapa de ruido en la zona húmeda antes de colocar la barrera. ....	165
Figura 6. 3 Mapa de ruido en la zona húmeda después de colocar la barrera. ....	165
Figura 6. 4 Espectro de atenuación para zona de sierras circular en banda de octava. ....	167
Figura 6. 5 Mapa de ruido en la zona de sierra circular antes de colocar la barrera .....	169
Figura 6. 6 Mapa de ruido en la zona de sierra circular después de colocar la barrera. ....	170
Figura 6. 7 Espectro de atenuación en banda de octava para la zona de zona de extrusión.....	172
Figura 6. 8 Espectro de atenuación por banda de octava para la zona de armado. ....	173

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El estudio de ruido, iluminación y vibración se realiza para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

Para prevenir los accidentes laborales y mejorar el ambiente laboral, es necesario utilizar técnicas que permitan evaluar los riesgos producidos por ruido, iluminación y vibración que se han denominado técnicas analíticas, en las cuales se trata de identificar los peligros existentes con el objeto de poner medidas adecuadas para que no se materialice el accidente, figurando entre ellas la evaluación de riesgo.

A partir de la entrada en auge de la ley de Prevención de Riesgos Laborales a causa del índice elevado de accidentabilidad en el lugar de trabajo; los riesgos producidos por ruido, iluminación y vibración son los más comunes dentro del área industrial dedicada a la elaboración de juguetes caninos. En cada puesto de trabajo hay agentes que priman según las condiciones de uso de la maquinaria y el área donde se desarrolla la actividad.

El método de análisis de banda de octava es un procedimiento de cálculo exacto para determinar la atenuación por ruido y selección del protector auditivo adecuado.

Una iluminación inadecuada constituye una fuente de problemas de tipo visual tales como conjuntivitis y queratitis, que desencadenara un bajo rendimiento en el trabajo.

Entre los riesgos que más sobresalen se encuentran los producidos por el ruido y la iluminación que sin duda son factores que traen consecuencias graves para la salud de los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Estudio de ruido, iluminación y vibraciones en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A para mejorar el ambiente laboral.

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA**

En Ecuador, la industria que elabora juguetes caninos es un sector importante en la economía, la obtención de este producto se inicia con la separación del cuero y la carnaza, representa el 14.78 % de la fuente contratación de la mano de obra nacional, por ende los controles para detectar factores de riesgo en la industria de juguetes caninos son escasos, aumentando así el número de incidentes de trabajo y disminuyendo las probabilidades de una salud estable del trabajador.

[Fuente: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Ecuador-Balanza-Comercial/1464879.html>]

En Tungurahua, la obtención de juguetes caninos se basa en el proceso de tratado de la carnaza, este proceso involucra las áreas de producción, mismas que se ven afectadas por factores de ruido, iluminación y vibraciones excesivas, que han ido desencadenando en enfermedades de tipo laboral, y esto demanda un especial cuidado por parte de las empresas dedicadas a este tipo de actividad.

En la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A la inexistencia de un estudio de ruido, iluminación y vibraciones provocará una desestabilización en la salud del personal por presencia y exposición a estos factores de riesgo.

El estudio pretende evaluar los riesgos producidos por el ruido, la iluminación y las vibraciones a los que está expuesto el personal que labora dentro de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

### **1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO**

La empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S. A dedicada a la elaboración de juguetes caninos, se ve amenazada por los efectos de ruidos excesivos, deficiente iluminación y por máquinas que al momento de ser operadas producen vibración excesiva por tal razón al no contar con un estudio de ruido, iluminación y vibraciones el personal que labora al interior de la empresa disminuirá su desempeño laboral, y su salud se verá afectada.

Todo esto conlleva a grandes pérdidas que producen gran déficit económico y social, que en ocasiones son irreparables, existiendo siempre problemas de hipoacusia laboral, cansancio de la vista y trastornos músculo-esqueléticos por maniobras con equipos que producen vibración.

El presente trabajo requiere de la mayor prontitud posible para mejorar el ambiente laboral dentro de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S. A.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

En caso de no efectuarse el proyecto de estudio de ruido, iluminación y vibraciones en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A con las áreas asignadas como críticas, la salud de los trabajadores se verá afectada con trastornos musculo esqueléticos e hipoacusia y la empresa perdería el recurso más importante e irremplazable que es el trabajador.

### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Se podrá realizar un estudio de ruido, iluminación y vibraciones dentro de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A que ayude a mejorar el ambiente laboral de sus trabajadores?

### **1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES O INTERROGANTES**

- 1.- Los registros de morbilidad del departamento médico de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, ¿podrá identificar la presencia de enfermedades del trabajo?
- 2- La matriz causa-efecto, ¿podrá identificar los factores de riesgo laboral, que inciden en la presencia de enfermedades del trabajo en AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A?
- 3.- En los puestos de trabajo detectados con riesgo intolerable, ¿se podrá evaluar el nivel de exposición al ruido, y vibraciones en el personal de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A?
- 4.- ¿Se podrá evaluar el nivel de iluminación en todas las áreas de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A para mejorar las condiciones de trabajo actuales?
- 5.- Desarrollando medidas de control a los factores de riesgo que sobrepasan la dosis de exposición, ¿se podrá mejorar las condiciones de seguridad laboral de los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A. ?

### **1.2.6. DELIMITACIÓN.**

#### **1.2.6.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente proyecto se realizará en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector del Parque Industrial en la Panamericana Norte Km 6 1/2 en el sector del Pisque Bajo.

#### **1.2.6.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Es necesario realizar recurrentes visitas a la zona, para recolección de datos investigativos, los mismos que se realizarán en un período de cinco meses empezando en el mes de septiembre de 2011 hasta enero de año 2012.

### **1.2.6.3. DELIMITACIÓN CONTENIDO**

**PROBLEMA:** Pobre ambiente laboral por exposición a factores de ruido, iluminación y vibraciones producidos en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

**TEMA;** Estudio de ruido, iluminación y vibraciones en la empresa agroindustrial AGROCUEROS para mejorar el ambiente laboral.

**ASPECTOS:** Legislación laboral

**ÁREA:** Seguridad y Salud Laboral

**CAMPO:** Ingeniería Bio-Mecánica.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El proyecto a ejecutarse está relacionado directamente con la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, debido a que en la empresa existen alrededor de 165 personas, que laboran dentro de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, por ende está obligada a realizar evaluaciones de los niveles de ruido, iluminación y vibraciones para poder renovar el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (S.S.O) en base al Decreto Ejecutivo (D.E) 2393, que solicita el Ministerio de Relaciones Laborales (M.R.L) para mantener las condiciones de trabajo adecuadas para el buen desempeño laboral.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. GENERAL**

Realizar el estudio de ruido, iluminación y vibraciones para mejorar el ambiente laboral de los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

### **1.4.2. ESPECÍFICOS**

1.-Identificar la presencia de enfermedades del trabajo, utilizando registros de morbilidad del departamento médico de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

2.-Identificar los factores de riesgo laboral, que inciden en la presencia de enfermedades del trabajo en AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A. utilizando la matriz causa efecto.

3.-Evaluar el nivel de exposición al ruido, y vibraciones en el personal de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A en los puestos de trabajo detectados con riesgo intolerable.

4.- Evaluar el nivel de iluminación en todas las áreas de la empresa para mejorar las condiciones de trabajo actuales en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

5.- Desarrollar medidas de control para los factores de riesgo que sobrepasan la dosis de exposición a los factores de riesgo analizados para mejorar las condiciones de seguridad laboral de los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Se tomará como antecedente investigativo el cumplimiento legal de la norma OSHA 18001 como organismo de gestión de la seguridad y salud laboral, (También se tomará las mediciones respectivas para su estudio y así poder determinar los riesgos a los que está expuesto el trabajador durante su jornada normal de trabajo, además se tomará referencias médicas del personal para su evaluación respectiva

#### **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El presente estudio adopta un paradigma de investigación crítico propositivo con el fin de utilizar los siguientes aspectos:

La finalidad de la investigación es obtener una mejor comprensión acerca de las repercusiones que tiene el trabajador al estar expuesto a niveles elevados de ruido, iluminación deficiente y vibraciones excesivas, que se desencadenarán en su desempeño físico-mental.

La visión de la realidad permite ver las dificultades existentes en las áreas de trabajo, por lo que se requiere realizar un estudio a fondo de los diferentes aspectos físicos mencionados, ya que estos no permiten a los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, desempeñarse de mejor manera en el trabajo.

Esta metodología permite escoger un adecuado estudio de la zona con mayor riesgo y vulnerabilidad, para recomendar así medidas de control adecuadas.

El énfasis en el análisis de investigación permite tener en cuenta todos los aspectos que se deben requerir para un mejor reconocimiento del sitio y del personal que labora cerca de las fuentes de ruido, iluminación y vibración.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Legalmente los requisitos mínimos del estudio son las siguientes:

- 1.-Normas OSHAS 18001 prólogo hoja VI.
- 2.-Norma Ecuatoriana de Seguridad y Salud laboral, según los artículos 55,56, 57 y 179.
- 3.- Decreto Ejecutivo 2393 Título II, Capítulo V, Art. 55. Ruidos y vibraciones; y Art. 56. Iluminación, niveles mínimos.
- 4.- Resolución 547 Art.1 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo y del reglamento 2393 Art. 11 resolución 957 del mismo, art 1 que exige a los gerentes a identificar, evaluar y controlar los riesgos de trabajo utilizando técnicas activas y reactivas para precautelar la seguridad e integridad laboral en todas las condiciones de trabajo, en cualquier área y actividad de la empresa.
- 5.-Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio Ambiente del trabajo en el Ecuador, artículo 15 de la unidad de seguridad e higiene del trabajo.
- 6.- Real Decreto R.D. 1311/2005. Protección frente a riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas.
- 7.-Norma IEC 651–1979, IEC 804–1985 y ANSI S 1.4–1983, para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2"
- 8.- Norma UNE-EN 61672:2005, Norma UNE-EN 60651:1996 y Norma técnica UNE-EN 352-2,
- 9.- Comisión Eléctrica Internacional (CEI) 804 y 651 aplicable para sonómetros y dosímetros de tipo2.
- 10-Anexo B de la norma UNE EN 538949-1:2002 sobre los efectos de las vibraciones sobre la salud transmitidas por la mano (VMB).

## 2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 GESTIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Para realizar una actividad el hombre debe satisfacer una serie de necesidades y objetivos durante su trabajo, lo que indica que deberá estar expuesto a un sinnúmero de riesgos y que siempre deben ser controlados, a fin de evitar sus posibles consecuencias.

Sin embargo, año tras año, las estadísticas sobre siniestralidad laboral muestran en muchas ocasiones que no se ha alcanzado las cotas perseguidas en este campo.

Para poder alcanzar los objetivos pretendidos, la ley plantea la necesidad de que el empresario como mínimo, garantice la seguridad y salud de los trabajadores y llevar a cabo todas las actividades que sean precisas para desarrollar un modelo activo de actuación preventiva.

A partir de la entrada en vigencia de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se han modificado no solo los modos de actuación en seguridad y salud en el trabajo, sino que también y, siguiendo criterios comunitarios se, ha producido un cambio importante en la terminología empleada.



**Figura 2. 1** Esquema de evaluación de riesgos.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

Como una aplicación al desarrollo se debe tomar en cuenta las consideraciones del artículo 4 en el punto 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo siguiente:

"Se entenderá como « riesgo laboral » la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorará conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo".

El concepto de riesgo implica siempre una eventualidad de que se pueda producir un hecho futuro no deseado, de carácter negativo, lo que significa que siempre es una realidad posible.

A partir de estas explicaciones se puede deducir de una manera sencilla que el riesgo cero o nulo no existe, dado que la probabilidad cero o nula en la realidad es prácticamente imposible de conseguir, con lo que se puede decir que siempre existe para cada situación de trabajo, un riesgo, por pequeño que este sea.

#### **2.4.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS**

La lucha para prevenir los accidentes de trabajo requiere utilizar unas técnicas, que se han denominado técnicas analíticas y que a su vez se pueden clasificar en: **Activas**.- es decir que actúan antes de que se produzca el accidente.

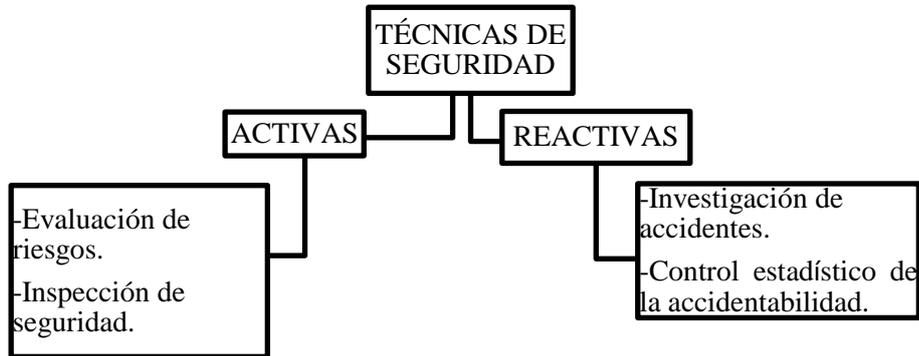
**Reactivas**.- que actúan una vez que se ha producido el accidente y determinado las causas del mismo.

Las técnicas analíticas descritas anteriormente, tratan de identificar los peligros existentes en un puesto de trabajo, tarea o actividad, con objeto de poner las medidas adecuadas para que no se materialice el accidente, figurando entre ellas la evaluación de riesgos.

La evaluación de riesgos es base de una gestión activa de la seguridad y salud en el trabajo, que sirve para establecer la acción preventiva de la empresa.

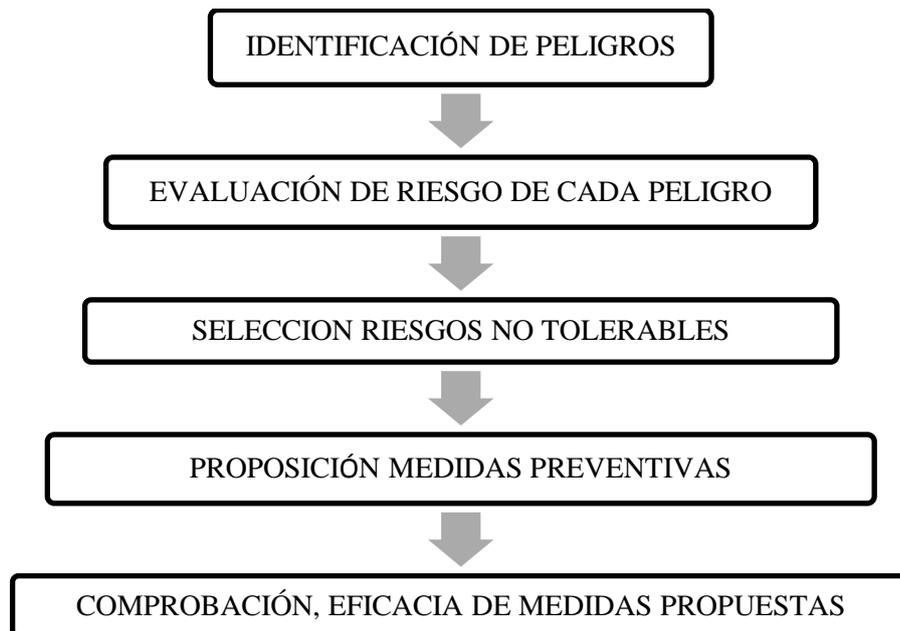
Si en la evaluación del riesgo resultase que el riesgo no es tolerable, hay que controlar el riesgo, requiriéndose para ello: reducción del riesgo por modificaciones en el proceso, producto o máquina y/o la implantación de medidas adecuadas.

Por otra parte es necesaria la verificación periódica de las medidas de control tomadas al proceso conjunto de la evaluación de riesgos.



**Figura 2. 2** Esquema de técnicas de seguridad.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.



**Figura 2. 3** Esquema de evaluación de riesgos.

**Fuente:** Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Registro Oficial número 565/2006.

### 2.4.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS Y MECÁNICOS.

Muchos de los peligros que se pueden presentar en un puesto de trabajo derivan de las propias instalaciones y equipos, tal es el caso del peligro de explosión de aparatos a presión, el derivado de las instalaciones eléctricas, etc.

La evaluación de riesgos físicos y mecánicos se regula estrictamente, como es el caso del RD (Real Decreto) 1316/89 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido, el cual define lo siguiente:

- La medida del ruido.
- Los instrumentos de medida y sus condiciones de aplicación.
- El proceso de evaluación de la exposición del ruido.
- La periodicidad de las evaluaciones.
- Los métodos de control a utilizar en función de los niveles de exposición a utilizar.

Como objeto del proceso, el identificar peligros es útil, además de categorizarlos por temas mecánicos, eléctricos, incendios, explosiones, radiaciones, sustancias, etc.

Para determinar la severidad del daño se deberá considerar lo siguiente:

- Partes del cuerpo que se verían afectadas.
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

**Ligeramente dañino.-** Daños superficiales, como cortes y pequeñas magulladuras, irritaciones de ojos por polvo, molestias e irritación como dolores de cabeza, etc.

**Dañino.-** Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a incapacidad menor.

**Extremadamente dañino.-** Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades.

En cuanto a la probabilidad de que ocurra el daño, se puede graduar desde baja a alta según el siguiente criterio:

a) Probabilidad alta.- El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

b) Probabilidad media.-El daño ocurrirá en algunas ocasiones.

c) Probabilidad baja.- El daño ocurrirá eventualmente.

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS
<b>ALTA:</b> Siempre o casi siempre.	<b>ALTA:</b> Extremadamente dañino (Amputaciones, intoxicaciones, lesiones muy graves, enfermedades crónicas graves, etc.)
<b>MEDIA:</b> Algunas veces.	<b>MEDIA:</b> Dañino (Quemaduras, fracturas leves, sordera, dermatitis, etc.)
<b>BAJA:</b> Raras veces.	<b>BAJA:</b> Ligeramente dañino, (Cortes, molestias, irritaciones de ojo por polvo, dolor de cabeza, discomfort, etc.)

**Tabla 2. 1** Rangos de probabilidad y severidad para daños y consecuencias.

**Fuente:** Evaluación de Riesgos Laborales Gómez-Cano Hernández, INSHT, 1996 Madrid.

		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
	MEDIA	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
	ALTA	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE

**Tabla 2. 2** Cuadro de probabilidad de riesgos laborales.

**Fuente:** Guía practica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. (REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo BOE nº 60, de 22 de marzo)

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN.
<b>TRIVIAL</b>	NO SE REQUIERE ACCIÓN, NO SE NECESITA GUARDAR DOCUMENTACIÓN.
<b>TOLERABLE</b>	NO SE NECESITA MEJORAR LA ACCIÓN PREVENTIVA, SIN EMBARGO SE DEBE CONSIDERAR SOLUCIONES MAS RENTABLES O MEJORES QUE NO SUPONGAN UNA CARGA ECONÓMICA, SE REQUIEREN COMPROBACIONES PARA ASEGURAR QUE SE MANTIENEN LAS MEDIDAS DE CONTROL.

Continúa en la página 13.

<b>MODERADO</b>	SE DEBEN HACER ESFUERZOS PARA REDUCIR EL RIESGO, PERO DEBE DETERMINARSE Y EJECUTARSE CUIDADOSAMENTE LAS INVERSIONES PRECISAS, LAS MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DEBEN DE IMPLANTARSE EN UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO. CUANDO EL RIESGO MODERADO ESTÉ ASOCIADO CON CONSECUENCIAS EXTREMADAMENTE DAÑINAS, SE PRECISARÁ ACCIÓN POSTERIOR PARA ESTABLECER CON MAS PRECISIÓN, LA PROBABILIDAD DEL DAÑO COMO BASE PARA DETERMINAR LA NECESIDAD DE MEJORAR LAS MEDIDAS DE CONTROL.
<b>IMPORTANTE</b>	NO DEBE DE COMENZARSE EL TRABAJO HASTA QUE SE REDUZCA EL RIESGO, PUEDE QUE SE NECESITEN RECURSOS CONSIDERABLES PARA REDUCIR EL RIESGO CUANDO EL RIESGO IMPLIQUE TRABAJO EN PROCESOS, DEBE REMEDIARSE EL PROBLEMA EN UN TIEMPO INFERIOR QUE PARA LOS RIESGOS MODERADOS.
<b>INTOLERABLE</b>	NO SE DEBE DE COMENZAR, NI CONTINUAR EL TRABAJO HASTA QUE SE REDUZCA EL RIESGO, SI NO ES POSIBLE DEBE DE PROHIBIRSE EL TRABAJO.

**Tabla 2. 3** Tabla de valoración de riesgo.

**Fuente:** Guía practica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. (REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo BOE nº 60, de 22 de marzo)

#### **2.4.4 ESTUDIO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIONES**

El estudio del ambiente físico involucra el conocimiento del ruido, iluminación y vibraciones dentro del campo a abordar.

##### **2.4.4.1. RUIDO.**

Es una perturbación sonora, aperiódica, compuesta por un conjunto de sonidos que tiene amplitud, frecuencia y fases variables y cuya mezcla suele provocar una sensación sonora desagradable al oído; por ende, el ruido es una apreciación subjetiva de un sonido. Un mismo sonido puede ser considerado como molesto o agradable dependiendo de la situación y sensibilidad concreta de la persona.

Dependiendo de su variación en el tiempo, los ruidos se dividen en:

**Ruido estable.-** Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A ( $L_{AeqT}$ ) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición

cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de  $L_{AeqT}$  sea inferior a 5 dB.

**Ruido fluctuante.**-Durante la observación, este ruido varía continuamente sin apreciarse estabilidad. Puede ser:

-*Ruido fluctuante periódico:* con una cadencia cíclica.

-*Ruido fluctuante aleatorio:* varía constantemente de una manera aleatoria.

**Ruido impulsivo.**- Se caracteriza por un ascenso brusco de ruido y una duración total de impulso menor de un segundo, y el tiempo transcurrido entre máximos ha de ser igual o superior a un segundo.

---

<sup>1</sup> [http://www.prevencionlaboral.org/pdf/NPT/ntp\\_270.pdf](http://www.prevencionlaboral.org/pdf/NPT/ntp_270.pdf).

<sup>2</sup> GUIA PRACTICA para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. (REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo BOE nº 60, de 22 de marzo)

## INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

### Sonómetro

Es un aparato normalizado que permite la medición del nivel de presión acústica, expresando dicha medida en decibelios. Es capaz de detectar un nivel global o lineal de la energía en un rango comprendido entre 0 – 20000 Hz.

---

<sup>1</sup><http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/teces/teces.html>



**Figura 2. 4** Sonómetro cirrus.

**Fuente:** Autor.

La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (LAeq). Deben ajustarse a las prescripciones establecidas por la norma IEC 651–1979, IEC 804–1985 y ANSI S 1.4–1983, para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2" . El sonómetro se compone de una serie de elementos: micrófono, atenuador, amplificador, circuito de medida y uno o varios filtros, con la misión de “descomponer” las presiones acústicas según su frecuencia. Estos filtros tienen la finalidad de “cribar” el ruido según su frecuencia, considerando las diferentes sensibilidades del oído humano. Los filtros responden al sonido con una curva de respuesta, estas curvas isosónicas representan la manera en que el oído humano reacciona al ruido en sus diferentes frecuencias. Los filtros descomponen las presiones acústicas recibidas en base a su frecuencia y el sonómetro da como única lectura la suma ponderada de todas esas presiones.

Existen a nivel internacional, cuatro curvas normalizadas de ponderación, denominadas A, B, C y D. De las cuatro, la curva de ponderación (A) es la que ofrece los niveles más cercanos a los percibidos por el oído humano. Para que el sonómetro ofrezca mediciones de confianza, debe calibrarse periódicamente común aparato denominado calibrador.

Con objeto de tener en cuenta las distintas sensibilidades del oído humano, según su frecuencia, los sonómetros están dotados de filtros cuyas curvas de respuesta están tomadas aproximadamente de la red de curvas isosónicas. Internacionalmente se han normalizado diferentes curvas de sensibilidad, siendo la curva de ponderación (A) la que da los niveles más próximos a los percibidos por el oído humano. Para su correcto uso el sonómetro debe ser calibrado con un pistófono. Ver Figura 2.5.



**Figura 2. 5** Pistófono.

**Fuente:** Autor.

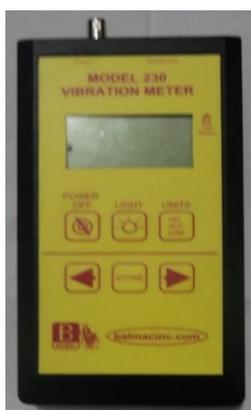
## **Luxómetro**

Es un aparato normalizado, que permite la medición del nivel del luz de un recinto, expresando dicha medida en luxes, dependiendo de la funcionalidad del luxómetro podrá medir desde un rango de 0



## **Vibrómetro:**

Es un instrumento de medición normalizado, que se utiliza para medir las vibraciones producidas en máquinas, equipos, cuerpo completo y vibraciones mano-brazo su unidad de medida está en pulgada/segundo.



Según el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo del Ecuador en el Art. 15. DE LA UNIDAD DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. Se deberá tomar en cuenta los siguientes puntos.

- a) Reconocimiento y evaluación de riesgos;
- b) Control de riesgos profesionales;
- c) Promoción y adiestramiento de los trabajadores;

d) Registro de la accidentabilidad, ausentismo y evaluación estadística de los resultados.

Según el real decreto (RD) 1435/1992 los valores límites de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria equivalente y los niveles de pico ( $L_{pico}$ ) se fijan en:

a) Valores límites de exposición.-  $L_{Aeq,d}=87dB(A)$  y  $L_{pico}=140 dB (C)$  respectivamente.

b) Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.-  $L_{Aeq,d}=85 dB(A)$  y  $L_{pico}=137 dB (C)$  respectivamente.

c) Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.-  $L_{Aeq,d}=80 dB(A)$  y  $L_{pico}=135 dB (C)$  respectivamente;

Para la valoración del ruido se cumplirá los procedimientos de valoraciones higiénicas de la empresa. Asimismo se tendrán en cuenta los efectos extra-auditivos del ruido, como las interferencias en la comunicación, en la concentración mental u otras molestias.

#### **2.4.4.1.1. PRESIÓN ACÚSTICA.**

El nivel de presión acústica es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido. La presión de referencia  $P_o$  corresponde al umbral de audición humana, que por convenio se elige como  $2*10^{-5}$  pascales para medios gaseosos, mientras que el otro extremo del intervalo de presiones que puede percibir, que corresponde al umbral de dolor, es de 200 pascales. Con una escala así definida, el valor mínimo de la sensibilidad auditiva humana corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB y el umbral de dolor a 140 dB.

El nivel de la presión acústica  $L_p$ , en decibelios, está dado por la ecuación **2.1**:

$$L_p = 10 \lg \left( \frac{P}{P_o} \right)^2 \quad \text{ec 2.1}$$

Donde:

$P_o$  =es la presión de referencia ( $2*10^{-5}$  pascales).

P = es la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

#### **2.4.4.1.2. NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA PONDERADO A, $L_{PA}$ .**

El nivel de presión acústica ponderado A es una medida de la capacidad del ruido de dañar permanentemente el oído humano. La razón de introducir un factor de ponderación en las determinaciones del nivel de presión acústica estriba en que el oído humano no tiene la misma respuesta a todas las frecuencias audibles. Este factor de ponderación (que viene establecido en la norma UNE-EN 61672:2005 se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico capaz de modificar la señal captada por el micrófono de forma similar a como lo hace el oído humano. Los resultados de las mediciones de nivel de presión acústica obtenidas utilizando esta ponderación deben identificarse como dB(A).

Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, está dado por la ecuación **2.2**:

$$L_{pA} = 10 \lg \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad \text{ec 2.2}$$

Donde:

$P_A$  = es la presión acústica ponderada A, en pascales.

$P_0$  = es la presión de referencia ( $2 \cdot 10^{-5}$  pascales).

#### **2.4.4.1.3. NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A, $L_{Aeq,T}$**

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado (A) es el que tendría un ruido continuo que en el mismo tiempo de exposición transmitiera la misma energía que el ruido variable considerado. El tiempo de exposición puede coincidir con el tiempo de medición del nivel de ruido, aunque en general este último será menor.

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A,  $L_{Aeq,T}$  : El nivel, en decibelios A, está dado por la ecuación **2.3**:

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0,1 * L_{AeqT,m}} \right] dB(A) \quad \text{ec 2.3}$$

Dónde:

T = t2 - t1 = es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

#### 2.4.4.1.4. NIVEL DE EXPOSICIÓN DIARIO EQUIVALENTE, LAeq,T

El nivel, en decibelios A, está dado por la ecuación 2.4:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8} \quad \text{ec 2.4}$$

Dónde:

T.- es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a «m» distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se analizará cada uno de ellos separadamente, el nivel diario equivalente se calculará según las siguientes ecuaciones 2.5:

$$L_{aeq,d} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 L_{(Aeq,d)i}} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i 10^{0,1 L_{(Aeq,T2)_i}} \quad \text{ec 2.5}$$

Donde:

LAeq, Ti = es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto (Ti) horas por día.

(LAeq,d)i = es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.

#### 2.4.4.1.5. NIVEL DE EXPOSICIÓN SEMANAL EQUIVALENTE, LAeq,S

Es el nivel, en decibelios A, está dado por la ecuación 2.6:

$$L_{Aeq,s} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 L_{Aeqdi}} \quad \text{ec 2.6}$$

Donde:

m =es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y

L<sub>Aeq, di</sub> =es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».

En las circunstancias que admite el artículo 5.3 del real decreto 286/2006, 10 de marzo, el valor de «m» puede ser como máximo 7.

#### **2.4.4.1.6. NIVEL DE PICO, L<sub>pico</sub> o LC**

Es el nivel, en decibelios, está dado por la ecuación **2.7**:

$$L_{pico} = \left[ \frac{P_{pico}}{P_o} \right]^2 \quad \text{ec 2.7}$$

Dónde:

P<sub>pico</sub> =es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascales) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C.

P<sub>o</sub>= es la presión de referencia (2\*10<sup>-5</sup> pascales).

En el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, etc.) la evaluación de la capacidad agresiva requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel pico) y el empleo de la escala de ponderación C, que se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico (ver apéndice 5). Las mediciones realizadas utilizando esta escala de ponderación se indican con la notación dB(C).

#### **2.4.4.1.7. RUIDO ESTABLE**

Es aquel cuyo nivel de presión acústica ponderado A permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimo de L<sub>pA</sub>, medido utilizando las características «SLOW» de acuerdo a la norma UNE-EN 60651:1996, es inferior a 5 dB.

<b>FUENTES DE RUIDO AERODINÁMICO</b> Producen ruido a través del movimiento del aire.	<b>FUENTES DE RUIDO MECÁNICO</b> Producen vibraciones mecánicas.
1. VENTILADORES	IMPACTOS Prensas.

	Movimiento de materiales.
2. AIRE COMPRIMIDO -Chorros de aire. -Escapes de aire comprimido. -Tubo de escapes de motores.	MÁQUINAS ROTATIVAS -ENGRANAJES -Bombas. -Cojinetes. -Motores eléctricos.
3.COMBUSTIÓN	FUERZAS DE FRICCIÓN Y OTRAS -Herramientas. -Frenos.

**Tabla 2. 4** Tabla de fuentes de ruido.

**Fuente:** La salud y el trabajo de Oscar Betancourt.

Denominación	Medición de referencia	Medición técnica	Medición de inspección
<b>Categoría</b>	Clase 1	Clase 2	Clase 3
<b>Incertidumbre global en dB</b>	$\epsilon \leq 1.5$	$1.5 < \epsilon \leq 3$	$3 < \epsilon \leq 8$

**Tabla 2. 5** Clasificación de las mediciones según su precisión.

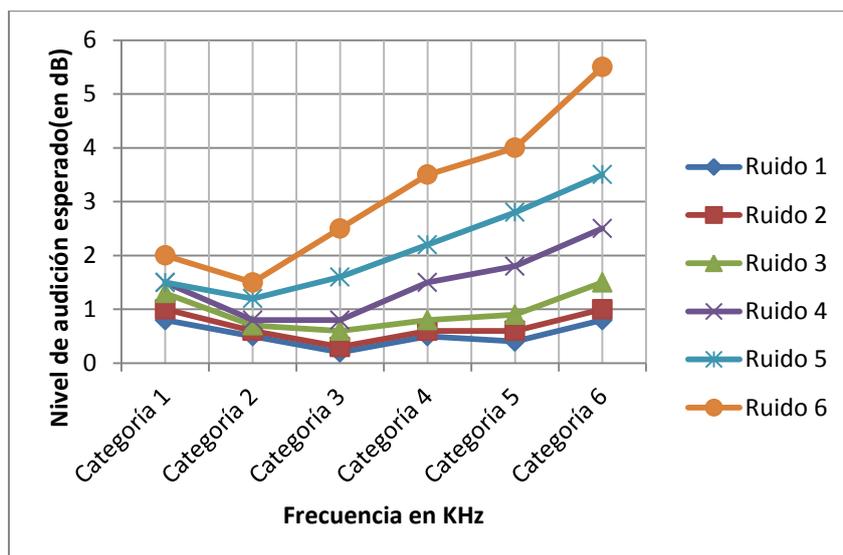
**Fuente:** Normas ISO 9612 1997

#### 2.4.4.1.7. RUIDO Y EDAD

El envejecimiento hace referencia al conjunto de procesos desfavorables, con causas biológicas que se van originando en el devenir del tiempo y que suelen dar como resultado una disminución de las capacidades psicosomáticas que, en los últimos años, limita la adaptación del organismo al medio y su capacidad de respuesta a las distintas exigencias de éste.

El envejecimiento da lugar a resultados finales distintos y está sometido a la variabilidad individual, manifestándose como un proceso insidioso, con distintas partes del cuerpo envejeciendo a distintas velocidades.

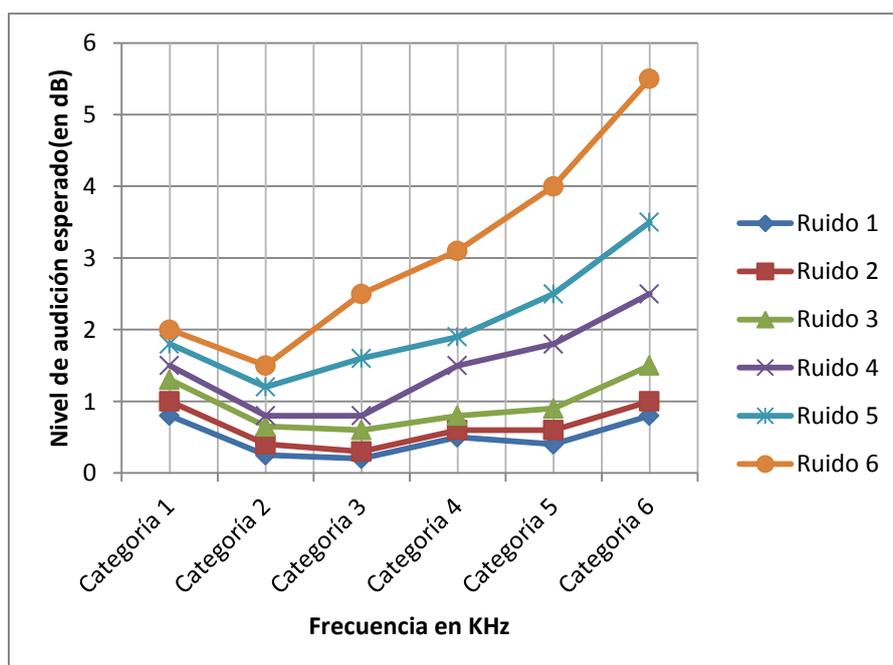
Junto con la visión, las capacidades auditivas y motrices son las que presentan modificaciones ligadas al envejecimiento suficientemente importantes como para estudiar su influencia en el entorno de trabajo.



**Figura 2. 6** Niveles de audición esperados, en hombres, en función de la edad. Promedio para oído derecho e izquierdo.

**Fuente:**

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_366.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_366.pdf)



**Figura 2. 7** Niveles de audición esperados, en mujeres, en función de la edad promedio para oído derecho e izquierdo.

**Fuente:**

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_366.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_366.pdf)

#### 2.4.4.1.8. NIVEL DE ESCUCHA DE MÁXIMO CONFORT

Un concepto relacionado con el envejecimiento y la audición es el denominado Nivel de Escucha de Máximo Confort (Most Comfortable Listening Level; MCLL). Como consecuencia del deterioro de la audición con la edad, la intensidad que se precisa para que una señal auditiva sea oída y procesada con comodidad va cambiando (ver tabla 2.7). Lógicamente, el MCLL está ligado a las deficiencias auditivas pero incorpora un nuevo matiz; el MCLL tiene que ver más con aspectos subjetivos definidos como "nivel de audición confortable" que con la inteligibilidad de la señal sonora en sí misma o el nivel mínimo para ser audible. El nivel de intensidad del sonido lo establece el receptor a partir de sus preferencias y a este nivel se denomina Nivel de Escucha de Máximo Confort o Nivel de Audición Confortable (Hearing Comfort Level). El MCLL suele referirse fundamentalmente a la escucha de conversaciones y de sonidos hablados.

EDAD(años)	NIVEL DE AUDICIÓN CONFORTABLE(dB SPL)
15	53.5
20	55.2
25	56.9
30	58.6
35	60.5
40	62.5
45	64.5
50	66.6
55	68.9
60	71.2
65	73.6
70	76.2
75	78.9
80	81.7
85	84.6
100	87.6

**Tabla 2. 6** Nivel de audición confortable (en dB SPL) para cada edad.

**Fuente:**

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_366.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_366.pdf).

El MCLL se define operacionalmente como el nivel que un individuo prefiere para escuchar una señal sonora hablada. Definido de esta manera es claramente un juicio o preferencia subjetiva de cada persona.

Los estudios sobre el MCLL en función de la edad indican el incremento del MCLL a medida que aumenta la edad cronológica. La relación no es lineal. El mejor ajuste encontrado es la ecuación exponencial **2.8**:

$$C = 48.16e^{0.007A} \quad \text{ec 2.8}$$

Dónde:

C = nivel de audición de confort en dB SPL.

A = edad en años.

Decibeles	Tiempo máximo de exposición (sumados los tiempos totales en una jornada)
85	8 (horas)
90	4 (horas)
95	2 (horas)
100	1 (horas)
110	0,20 (horas)
115	1,25 (minutos)

**Tabla 2. 7** Exposiciones permisibles (Legislación Aplicable).

**Fuente:** Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.



**Figura 2. 8** Partes del oído humano.

**Fuente:** Técnicas de prevención de riesgos laborales seguridad e higiene del trabajo 9a edición de José María Cortés Díaz.

La evaluación del riesgo de exposición al ruido comprenderá la determinación para cada puesto de trabajo del valor  $L_{Aeq}$ , o  $L_{pico}$  si procede, lo que permitirá clasificar cada puesto en uno de los cuatro grupos de riesgo previstos en la normativa.

La evaluación deberá hacerse inicialmente, cada vez que se creen nuevos puestos de trabajo o periódicamente en los supuestos especificados por el Real Decreto (R.D). Los sonómetros y dosímetros empleados en las mediciones deben ser del tipo 2 según las recomendaciones de la Comisión Eléctrica Internacional (CEI) 804 y 651.

#### **2.4.4.1.9. ATENUACIÓN**

Existen dos tipos principales de atenuación:

- Atenuación por equipos de protección.
- Atenuación por barreras.

#### **2.4.4.1.10. ATENUACIÓN POR EQUIPOS DE PROTECCIÓN EPIs**

Los equipos de protección auditivos (EPA) son dispositivos destinados a reducir el ruido al que está expuesto un trabajador.

La atenuación sonora es el principal factor a considerar en la selección de un protector auditivo. Éste permite garantizar una protección eficaz en términos de reducir el nivel de ruido a niveles de presión sonora bajo el nivel de acción, sin obstaculizar la percepción del habla, señales de peligro o señales necesarias para el ejercicio correcto de la actividad laboral.

Existen diversos procedimientos para calcular el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” otorgado por un protector auditivo. Éstos tienen distintos grados de exactitud y están condicionados por la información disponible tanto del protector auditivo, como del grado de protección utilizado, nivel de presión sonora medido y ponderación en frecuencia utilizada para efectuar la medición en cada puesto de trabajo.

A partir del nivel de presión sonora equivalente (NPS<sub>eq</sub>) del puesto de trabajo y de la curva de atenuación sonora o de los valores alto, medio y bajo (HML) o el

valor de reducción de ruido (SNR) del protector auditivo, se calculará el nivel de presión sonora efectiva ponderado “A”, en el oído con el protector auditivo colocado (L’A en dB(A)). Este resultado se comparará con el Nivel de Acción para determinar si la protección es adecuada (L’A < Lac).

Para la correcta selección de EPA se debe proceder al cálculo de atenuación el cual está basado en distintos procedimientos tales como:

1. Método de bandas de octava (EXACTO).
2. Método HML (MEDIA).
3. Método SNR (BAJA).

#### **2.4.4.1.11. MÉTODO DE BANDAS DE OCTAVA**

Una medida importante del ruido es su distribución en frecuencias. Los instrumentos empleados en la medida de la distribución del sonido a lo largo del rango de frecuencias audible, se denominan analizadores de espectro. El analizador de espectro que es más habitual divide el rango de frecuencia audible en bandas de una octava de anchura. (Una octava es un intervalo de frecuencia entre dos sonidos cuya razón de frecuencia es dos ej.: desde 707 Hz a 1414 Hz). Este instrumento se denomina analizador de bandas de octava. El nivel de presión sonora dentro de una banda con una octava de anchura se denomina nivel de presión sonora de banda de octava o simplemente nivel de banda de octava.

Se calcula con los datos por bandas de octava desde 63 a 8000 Hz. Para tal efecto, es necesario disponer de los niveles de ruido por bandas de octava del puesto de trabajo L<sub>f</sub> (niveles equivalentes en bandas de octava) y del valor de protección asumida APV<sub>f</sub> del protector auditivo, proporcionado por el fabricante. Si no se posee el valor del APV a 63 Hz se realiza el cálculo a partir de los 125 Hz. Para calcular el APV<sub>f</sub> se requieren la siguiente ecuación **2.9**:

$$APV_f = mf - \alpha * Sf \quad \text{ec 2.9}$$

AVP<sub>f</sub>=Protección asumida por el protector auditivo.

(mf)= Atenuación sonora promedio.

(Sf)=Desviación estándar para cada banda de frecuencia.

$\alpha$ = Valor de eficacia del protector. ( $\alpha = 1$ . Que es para una eficacia de 84%.)

Esta información debe proporcionar el fabricante y se debe incluir en forma numérica tal como se muestra en el ejemplo de la siguiente tabla.

<b>Frecuencia central en bandas de octava (Hz)</b>	63.5	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Atenuación sonora Promedio (dB)</b>	9.4	11.5	15.3	17.4	22.3	25.6	33.9	31.6
<b>Desviación Sonora promedio Típica</b>	2.8	3.4	3.2	3.1	2.7	2.9	3.2	2.7
<b>APV</b>	6.6	8.1	12.1	14.3	19.6	22.7	30.7	28.9
H=24; M=20; L=14; SNR=23; NRR.=22								

**Tabla 2. 8** Información proporcionada por el fabricante para cálculo de la atenuación.

**Fuente:** Real decreto 286/2006,10 de marzo (Tabla 5).

**Dónde:**

Dado que las mediciones en bandas de octava de ruido se realizan sin la ponderación en frecuencia de la curva A ( $A_f$ ), y que para el cálculo del Nivel de Presión Sonora Efectivo Ponderado “A” se requiere contar con los valores respectivos de ponderación en frecuencia, en el cálculo se incluyen estos valores normalizados, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

<b>Frecuencia central en bandas de octava (Hz)</b>	63.5	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Ponderación <math>A_{f(K)}</math></b>	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1.0	-1.1

**Tabla 2. 9** Valores de las ponderaciones de frecuencia en bandas de octava de la curva A.

**Fuente:** Real decreto 286/2006,10 de marzo (Tabla 5)

Luego, los niveles de presión sonora efectivos en el oído por frecuencia  $L'_f$ , se calculan según la ecuación **2.10**:

$$L_f' = L_f + A_f - APV_f \quad \text{ec 2.10}$$

Finalmente, los valores  $L'_f$  se combinan logarítmicamente para obtener el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” y se obtiene la ecuación **2.11**:

$$L'_A = 10 \cdot \text{Log} \sum_{f=63}^{8000} 10^{0.1 \cdot L'_f} \quad \text{ec 2.11}$$

Esto se aplicará a cada banda de octava, luego la suma logarítmica de cada una de estas, nos dará el valor total de  $L'_A$  el cual respecto del anterior es la reducción de ruido o atenuación que nos proporcionara el EPA seleccionado.

**Donde:**

AVPf=Protección asumida.

$L'_A$ =Nivel de presión sonora efectivo ponderado A.

$A_f$ =Ponderación A en cada banda de octava.

$L_f$ =Nivel de presión sonora por octava sin ponderar.

**2.4.4.1.12. MÉTODO ALTO, MEDIO Y BAJO (HML)**

Para la aplicación de este método son necesarios los datos del nivel de presión sonora continuo equivalente medido con ponderación “A” ( $L_A$ ) y “C” ( $L_C$ ), y la diferencia “ $L_C - L_A$ ”, del puesto de trabajo, también llamada C – A. Además, hay que disponer de los valores H, M y L del protector auditivo.

A partir de los datos indicados se obtiene el valor PNR (Reducción del nivel de ruido predicha) correspondiente.

- Para ruidos de bajas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A mayor que 2 dB, se calculará con la ecuación **2.12**:

$$PNR = M - \frac{M - L}{8} \cdot (L_C - L_S - 2) \quad \text{ec 2.12}$$

Para ruidos de medias o altas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A menor o igual que 2 dB, se calculará con la ecuación **2.13**:

$$PNR = M - \frac{M - L}{4} \cdot (L_C - L_S - 2) \quad \text{ec 2.13}$$

Este valor PNR de un protector auditivo para un tipo de ruido y protector auditivo específico, se resta del nivel de ruido existente en el puesto de trabajo, para obtener el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” ecuación **2.14**:

$$LA' = NPSeq - PNR \quad \text{ec 2.14}$$

**Donde:**

H=Atenuación d frecuencias alta.

M=Atenuación d frecuencias media.

L=atenuación de frecuencias baja.

PNR=Reducción del nivel de ruido predicha.

LA'=Nivel de presión sonora efectivo ponderado A.

PNR= Reducción del nivel de ruido predicha.

NPSeq=Nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A.

**NOTA:** El valor de L'A se redondea al entero más próximo.

**2.4.4.1.13. MÉTODO SNR**

Para la aplicación de este método son necesarios los datos del nivel de presión sonora del ruido por puesto de trabajo y el valor SNR del protector auditivo. El nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”, se calcula a partir de alguna de las siguientes ecuaciones **2.15**, redondeando el resultado al entero más próximo.

$$L'A = LA + (LC - LA) - SNR = LC - SNR \quad \text{ec 2.15}$$

**Donde:**

LA'=Nivel de presión sonora efectivo ponderado A.

LA=Nivel de presión sonora ponderado A.

LC=Nivel de presión sonora ponderado C.

SNR=Índice de reducción único.

#### 2.4.4.1.14. COMBINACIÓN DE OREJERAS Y TAPONES

En los casos que se requiera doble protección auditiva (orejera y tapón), se debe tener presente que la protección entregada no es la suma aritmética de los dos protectores auditivos.

Una fórmula empírica simple que permite estimar la reducción de ruido global obtenida con una combinación de orejera y tapón, es la ecuación **2.16**:

$$SNR_{(O+T)} = 33 \log (0.4SNR_O + 0.1SNR_T) \quad \text{ec 2.16}$$

**Donde:**

$SNR_T$  = índice de reducción único del tapón auditivo

$SNR_O$  = índice de reducción único de la orejera.

#### 2.4.4.1.15. ATENUACIÓN POR BARRERAS.

Para la comprensión del funcionamiento de una pantalla acústica, es necesario estudiar los fenómenos que experimenta el sonido en su encuentro con un cambio de medio físico (ya que una pantalla acústica, es un muro ya sea de cualquier espesor relativo, se interpondrá entre el receptor y una determinada fuente sonora para protegerlo del ruido). En ausencia de un obstáculo, un sonido emitido por una fuente se propaga por el aire hasta alcanzar al receptor. En un medio homogéneo e isótropo las ondas sonoras se propagan en línea recta, en todas las direcciones del espacio (es, por lo tanto una onda esférica que se transmite desde una fuente puntual en el espacio libre.).



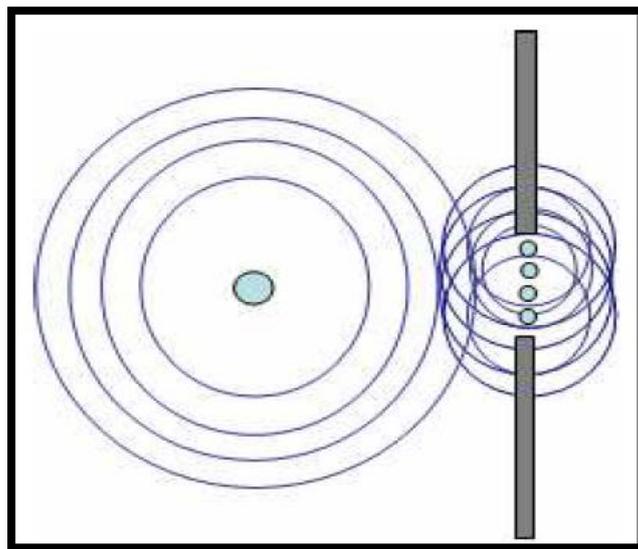
**Figura 2. 9** Propagación de la onda esférica de sonido.

**Fuente:** [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_05\\_06/io4/public\\_html/focalizacion.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io4/public_html/focalizacion.htm)

Muchas veces tratamos de reducir la molestia producida por algún ruido mediante la ubicación de un elemento u obstáculo entre el receptor y la fuente. El contacto visual con la fuente se evita con un obstáculo grande, sin embargo el sonido llega al oído sólo un poco atenuado. El sonido puede hacer algo que no puede hacer nuestra vista, se puede curvar alrededor del obstáculo. Es decir, no se propaga necesariamente en línea recta. Este fenómeno físico se conoce como difracción y depende de la forma del cuerpo u obstáculo.

La difracción es la desviación, que sufren las ondas alrededor de los bordes, que se produce cuando un frente de onda (ya sea sonora, material o electromagnética) es obstruido por algún obstáculo. El esquema de la onda resultante puede calcularse considerando cada punto del frente de la onda original como una fuente puntual de acuerdo con el principio de Huygens y calculando el diagrama de interferencia que resulta de considerar todas las fuentes.

El principio de Huygens dice que cada punto en el frente de una onda sirve de fuente de ondas esféricas secundarias



**Figura 2. 10** Principio de Huygens.

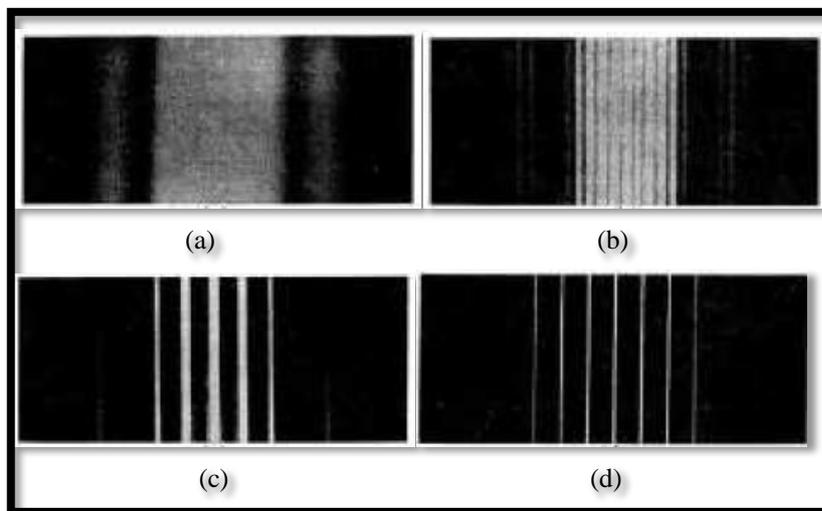
**Fuente:**[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/26/htm/sec\\_7.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/26/htm/sec_7.html)

Así, cuando una fuente de ondas alcanza una placa con un orificio o rendija central, cada punto de la porción del frente de ondas limitado por la rendija se convierte en foco emisor de ondas secundarias, todas de idéntica frecuencia. Los

focos secundarios que corresponden a los extremos de la abertura generan ondas que son las responsables de que el haz se abra tras la rendija y bordee sus esquinas. En los puntos intermedios se producen superposiciones de las ondas secundarias que dan lugar a zonas de intensidad máxima y de intensidad mínima. Si se combinan dos ondas armónicas procedentes de dos focos de la misma frecuencia y longitud pero de diferente fase, la onda resultante es una onda armónica cuya amplitud depende de la diferencia de fase. Si la diferencia de fase es cero o un número entero de veces  $360^\circ$  las ondas están en fase y la amplitud resultante es igual a la suma de amplitudes individuales y la intensidad es máxima. Si la diferencia de fase es  $180^\circ$  o un número entero impar de veces  $180^\circ$  la amplitud resultante es igual a la diferencia entre las amplitudes individuales y la intensidad, es un mínimo. Cuando existen muchas rendijas equi-espaciadas se presentan los máximos de interferencia en los mismos puntos que cuando había dos rendijas, pero los máximos son mucho más intensos y mucho más estrechos.

En la Figura 2.11 se observan, para luz, los diferentes patrones de difracción para una, dos, tres, cuatro y cinco rendijas; en las que se puede apreciar lo dicho anteriormente.

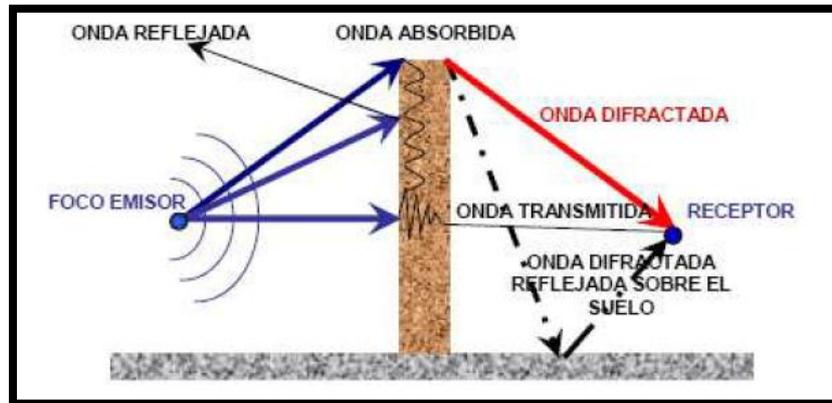
Cuando se trata de sonido, la intensidad sonora, disminuye con la distancia a la fuente.



**Figura 2. 11** Patrones de difracción que forman rejillas con: (a) 1 rendija; (b) 2 rendijas; (c) 5 rendijas; (d) 20 rendijas.

**Fuente:**[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/26/htm/sec\\_7.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/26/htm/sec_7.html)

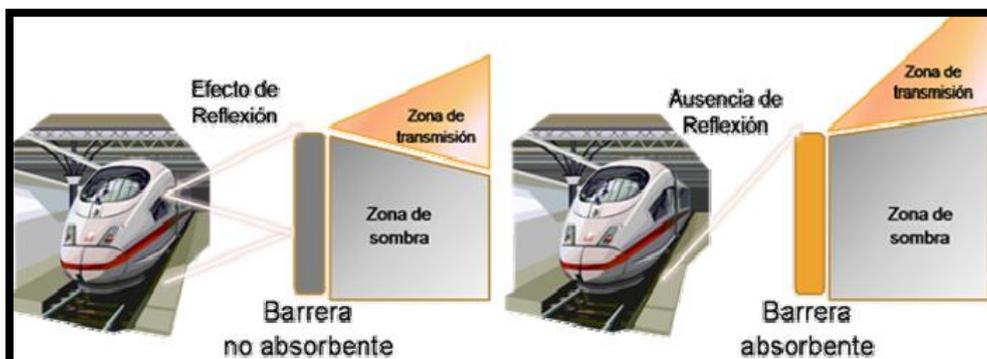
Cuando interponemos una pantalla acústica entre la fuente y el receptor Tal como se muestra en la figura (2.12). La propagación del sonido se ve modificada. La onda sonora que se propaga a través de un medio, y encuentra a su paso una superficie de separación con otro medio, origina una onda reflejada en el medio origen y una onda transmitida en el segundo medio.



**Figura 2. 12** Fuente y pantalla acústica.

**Fuente:** [http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10\\_003.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10_003.pdf).

En general, una onda acústica experimentará una reflexión siempre que exista un cambio en el medio a través del cual se propaga. Así denominamos “sonido directo” al que viaja por el camino más corto y “sonido reflejado” a aquel que tras chocar con el obstáculo entre emisor-receptor, vuelve hacia el punto de emisión (en la práctica muchas pantallas acústicas reflejan el ruido al lado opuesto de la vía de tráfico, lo que podría originar un crecimiento de las molestias por efecto de las reflexiones en la población situada frente a la pantalla).

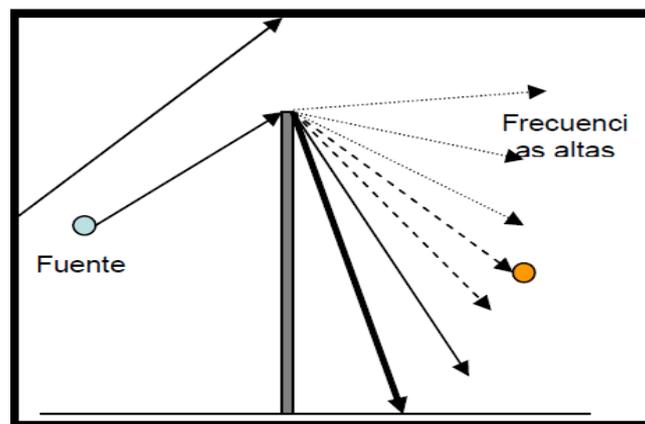


**Figura 2.13** Zona de sombra.

**Fuente:** <http://www.climablock.com/Barrera-acustica-03-Absorcion-sonora.htm>

La difracción, o cambio de dirección de las ondas alrededor de un obstáculo, puede ocurrir tanto en la parte superior de la barrera acústica como alrededor de los bordes laterales. Dada la naturaleza del sonido, la difracción no se produce de igual forma para todas las frecuencias. Las frecuencias más altas se difractan menos que las bajas; como resultado, una barrera es, generalmente, más efectiva atenuando frecuencias altas que bajas.

Las fuentes de ruido tienen diferentes formas: las máquinas pequeñas son consideradas como fuentes puntuales, el tráfico en carreteras como fuentes en línea, y las fachadas de los edificios como fuentes de superficie. Como ya se ha descrito, cuando una onda de sonido encuentra un obstáculo que es pequeño en relación con su longitud de onda, pasa alrededor de él casi como si no existiera, formando una sombra muy pequeña. Pero, si la frecuencia de sonido es suficientemente alta, y la longitud de onda por lo tanto suficientemente corta, se forma una sombra perceptible. El efecto de difracción de las ondas del sonido con frecuencias altas y bajas respectivamente se muestra en la figura 2.14.



**Figura 2.14** Difracción en un panel acústico.

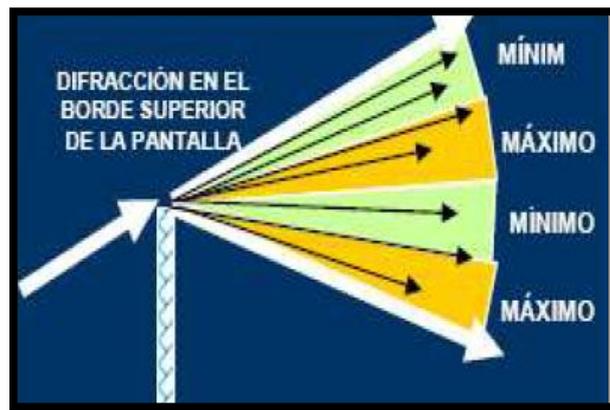
**Fuente:** [http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10\\_003.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10_003.pdf)

Los fenómenos que se producen al interceptar el camino de la onda acústica con la inserción de una barrera acústica son:

- ❖ Parte de la energía de la onda acústica se refleja en la superficie de la barrera.
- ❖ Parte de la energía no reflejada se transforma en calor al ser absorbida por la barrera.

- ❖ Parte de la energía no reflejada se transmite a través de la barrera.
- ❖ Parte de la energía se difracta por los bordes superiores y laterales.

Se debe considerar que la transmisión de la onda acústica a través de la barrera sea despreciable comparado con la difracción por los bordes. En este estudio se pretende profundizar en la comprensión de este fenómeno de difracción que se produce en el borde superior de las pantallas acústicas, analizando la variación de la intensidad sonora entre unas zonas y otras como consecuencia del mismo, definiendo, así los puntos donde se generan niveles sonoros máximos y mínimos tal y como se muestra en la figura.



**Figura 2. 15** Máximos y mínimos de difracción en la pantalla acústica.

**Fuente:** [http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10\\_003.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10_003.pdf).

Un aspecto importante de la difracción es la diferencia entre el camino que la onda hace al difractarse en la parte superior de la barrera y el camino que haría si la barrera no estuviera. Esta diferencia de caminos sirve para calcular el número de Fresnel (N) (Ver ecuación **2.17**), que es un número adimensional que se utiliza para predecir la reducción que provocaría una barrera colocada entre la fuente y el receptor.

$$N = \frac{2\delta}{\lambda} \text{ ec 2.17}$$

Donde:

N: es positivo en el caso 1 y negativo en el caso 2.

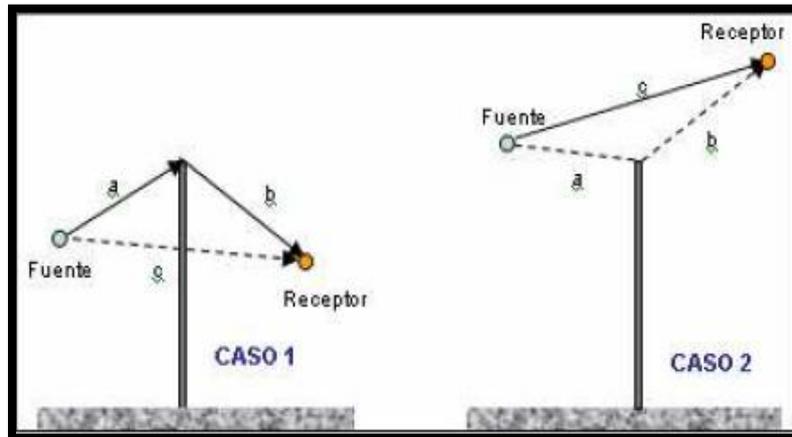
d: es la diferencia de caminos planteada por:  $\delta=a+b-c$  (a,b,c según la Figura12)

$\lambda$ : es la longitud de onda del sonido emitido por la fuente ecuación 2.18:

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ ec 2.18}$$

C: es la velocidad del sonido.

f: es la frecuencia del sonido emitido por la fuente.

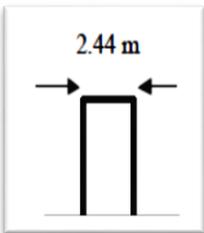


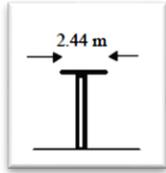
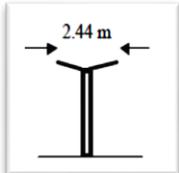
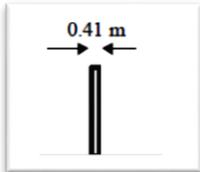
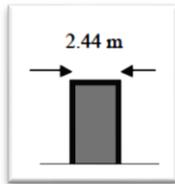
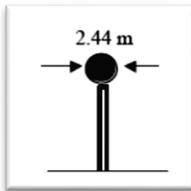
**Figura 2. 16** Diferencia de caminos para panel acústico.

**Fuente:** [http://iesdolmendesoto.org/wiki/images/8/8d/UNIDAD\\_6\\_-\\_VIBRACIONES\\_Y\\_ONDAS\\_-\\_PROPIEDADES\\_DE\\_LAS\\_ONDAS.pdf](http://iesdolmendesoto.org/wiki/images/8/8d/UNIDAD_6_-_VIBRACIONES_Y_ONDAS_-_PROPIEDADES_DE_LAS_ONDAS.pdf).

Según la fórmula anterior, si la diferencia de caminos aumenta, el número de Fresnel y la atenuación del sonido también aumentan. Lo mismo sucede si la frecuencia de la onda aumenta.

Para cada tipo de barrera hay una geometría específica en la parte superior que influirá en la atenuación.

Opción	Pérdida de inserción relativa comparada con barrera de 4.9m
Ancha reflectante 	+3.1

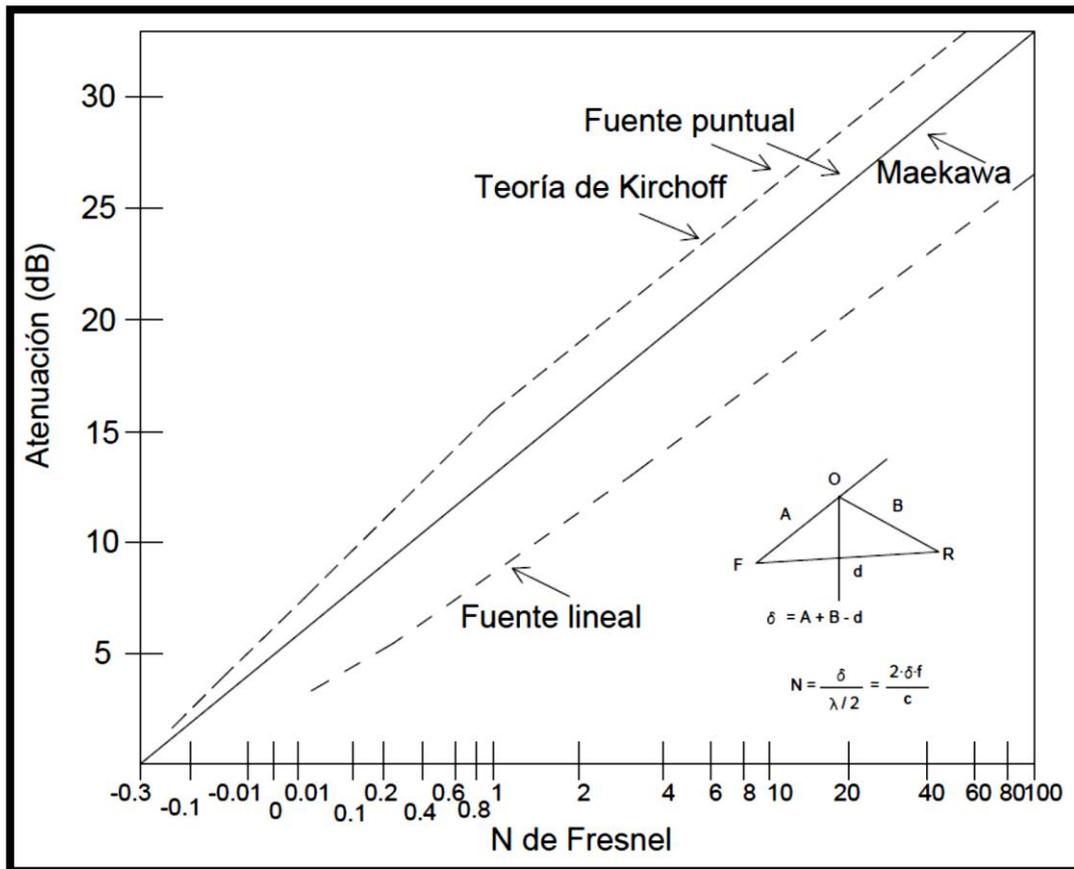
Forma de T		+4.2
Forma de Y		+3.5
Convencional una lado absorbente		+1.5
Ancha absorbente		+5
Cumbrera cilíndrica		+2.5

**Tabla 2. 10** Pérdida de inserción relativa obtenida de un modelo a escala 1/16 de acuerdo al tipo de cumbrera.

**Fuente:** [http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10\\_003.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TEACMAD10_003.pdf).

En la ecuación anterior se observa la dependencia de la longitud de onda ( $\lambda$ ) y, por lo mismo, de la frecuencia del sonido difractado. Por otra parte, mientras mayor sea la altura de la barrera o mientras más cerca esté de ella la fuente y receptor, será mayor este número. El número de Fresnel permite obtener el valor de la “Pérdida por Inserción (IL)” o atenuación acústica de la barrera. Kurze y Anderson proponen una aproximación a la curva de Maekawa, por medio de la siguiente expresión logarítmica para IL o ILi. Ver ecuación 2.19:

$$IL = 5 + 20 * \log \frac{\sqrt{2\pi * N}}{\tanh \sqrt{2\pi * N}} \quad \text{ec 2.19}$$



**Figura 2. 17** Ábaco de Maekawa para el cálculo de pérdida por inserción de pantallas.

**Fuente:** Tesis doctoral de Arturo Romero Ibáñez-Universidad de Cantabria-año 2010.

Para el rango entero de N se tiene la fórmula que aparece en la gráfica. La variable N se calcula con el valor de  $\delta$ , la diferencia de longitud recorrida la cual puede ser obtenida por geometría.

En dicha figura se muestra en escala horizontal, que es escala logarítmica, en la región de  $N > 1$ , ajustada para que la curva experimental se convierta en una línea recta continua en la región de  $N < 1$ . Dependiendo de si  $N < 0$  ó  $N > 0$ , el punto receptor P entra en la región iluminada o en la sombra geométrica, respectivamente. La atenuación es relativa a la propagación en el espacio libre.

La reducción sonora global se expresa por la siguiente ecuación **2.20**

$$IL_{global} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{N} \sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right) - 10 \cdot \log \left( \frac{1}{N} \sum 10^{\frac{(L_i - IL_i)}{10}} \right) \text{ ec 2.20}$$

**Donde:**

$L_i$  es el nivel sonoro en cada banda de octava o de tercio de octava, e

$IL_i$  es la reducción sonora estimada por el método de Maekawa o la ecuación de Kurze y Anderson.

**2.4.4.2. ILUMINACIÓN**

La iluminación correcta del ambiente industrial permite al hombre, en condiciones óptimas de confort visual, realizar su trabajo de manera más segura y productiva, ya que aumenta la visibilidad de los objetos y permite vigilar mejor el espacio utilizado. Por ello debe ser diseñada en el proyecto técnico y mantenida posteriormente por los servicios de mantenimiento de la empresa.

El ojo constituye el órgano fisiológico mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz y color, recibiendo la energía luminosa que es conducida al cerebro mediante el nervio óptico. Ver figura 2.18.

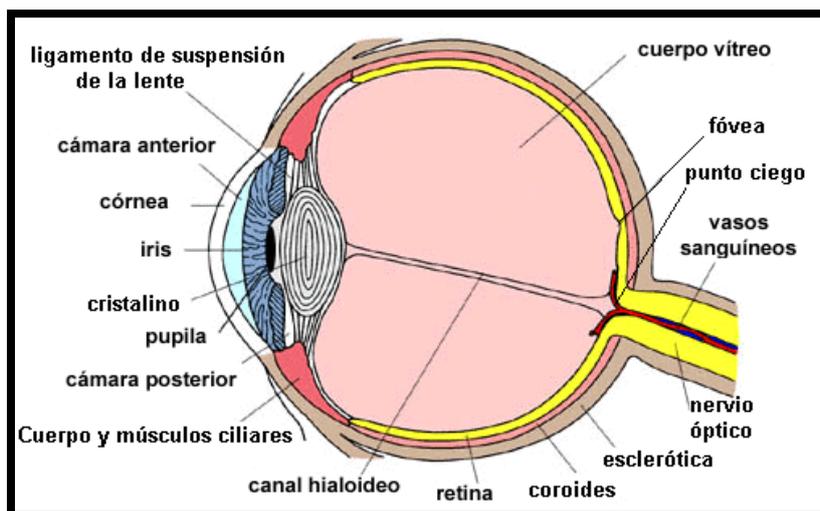
En el ojo humano podemos distinguir los siguientes componentes:

- Córnea.
- Iris.
- Retina.
- Pupila.
- Cristalino.
- Nervio óptico.

El cual actúa de forma semejante a una cámara fotográfica.

La córnea es la encargada de proteger el ojo, junto con los párpados, pestañas y cejas.

El iris y la pupila gradúan la entrada de la luz al ojo mediante los músculos ciliares, al igual que el diafragma de la cámara, en la que el cristalino actúa como lente de potencia variable según la distancia a la que se encuentre el objeto del ojo.



**Figura 2. 18** Partes del ojo humano.

**Fuente:** <http://biologia.laguia2000.com/biologia/el-ojo-humano-y-sus-partes>

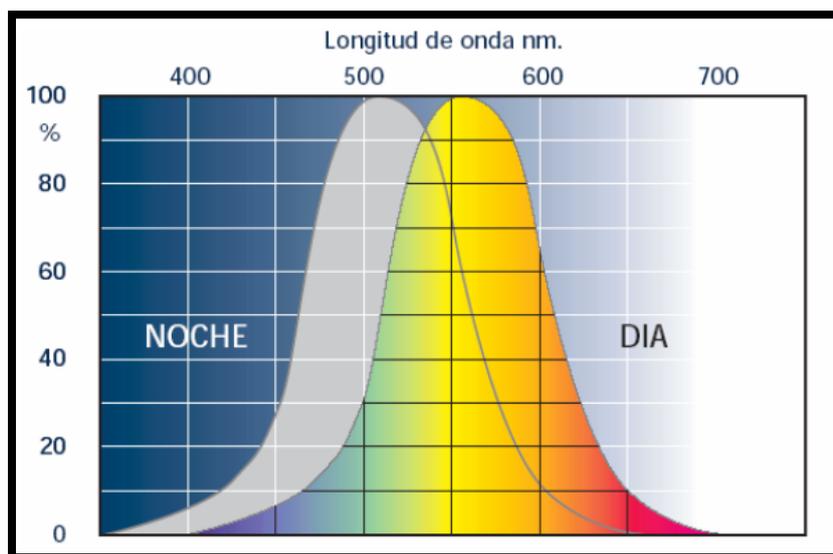
La retina está constituida por la membrana fotosensible situada en la parte posterior del ojo donde se forman las imágenes luminosas y quedan impresionadas.

El nervio óptico conduce al cerebro las imágenes impresionadas mediante fibras nerviosas denominadas conos o bastoncillos, que son las que realmente transforman la energía luminosa en sensaciones o energía nerviosa, siendo los bastoncillos sensibles a la luz y los conos sensibles al color.

La sensibilidad de los conos resulta diferente para cada color, dependiendo de la longitud de onda de la radiación visible (380-760 nm).

En la siguiente figura 2.19 se representa la curva de sensibilidad del ojo humano a las radiaciones monocromáticas de longitud de onda  $\lambda$ , donde podemos ver que el ojo no es igualmente sensible a la energía de todas las longitudes de onda o colores.

La curva de sensibilidad pone de manifiesto que la sensibilidad máxima tiene lugar en el amarillo verdoso, mientras que la sensibilidad en los extremos violeta, azul y rojo es muy baja.



**Figura 2. 19** Curva de sensibilidad del ojo humano a las radiaciones monocromáticas de longitud de onda.

**Fuente:** Técnicas de prevención de riesgos laborales seguridad e higiene del trabajo 9a edición José María Cortés Díaz.

#### 2.4.4.2.1. TIPOS DE ILUMINACIÓN

Existen dos fuentes básicas de iluminación: la natural y la artificial. La iluminación natural es la suministrada por la luz diurna y presenta indudables ventajas sobre la iluminación artificial.

Permite definir perfectamente los colores, ya que en horas de máxima iluminación pueden existir valores de iluminación superiores a 100.000 lux.

-Es la más económica.

-Es la que produce menos fatiga visual.

No obstante, presenta el inconveniente de ser variable a lo largo de la jornada por lo que deberá completarse con la iluminación artificial.

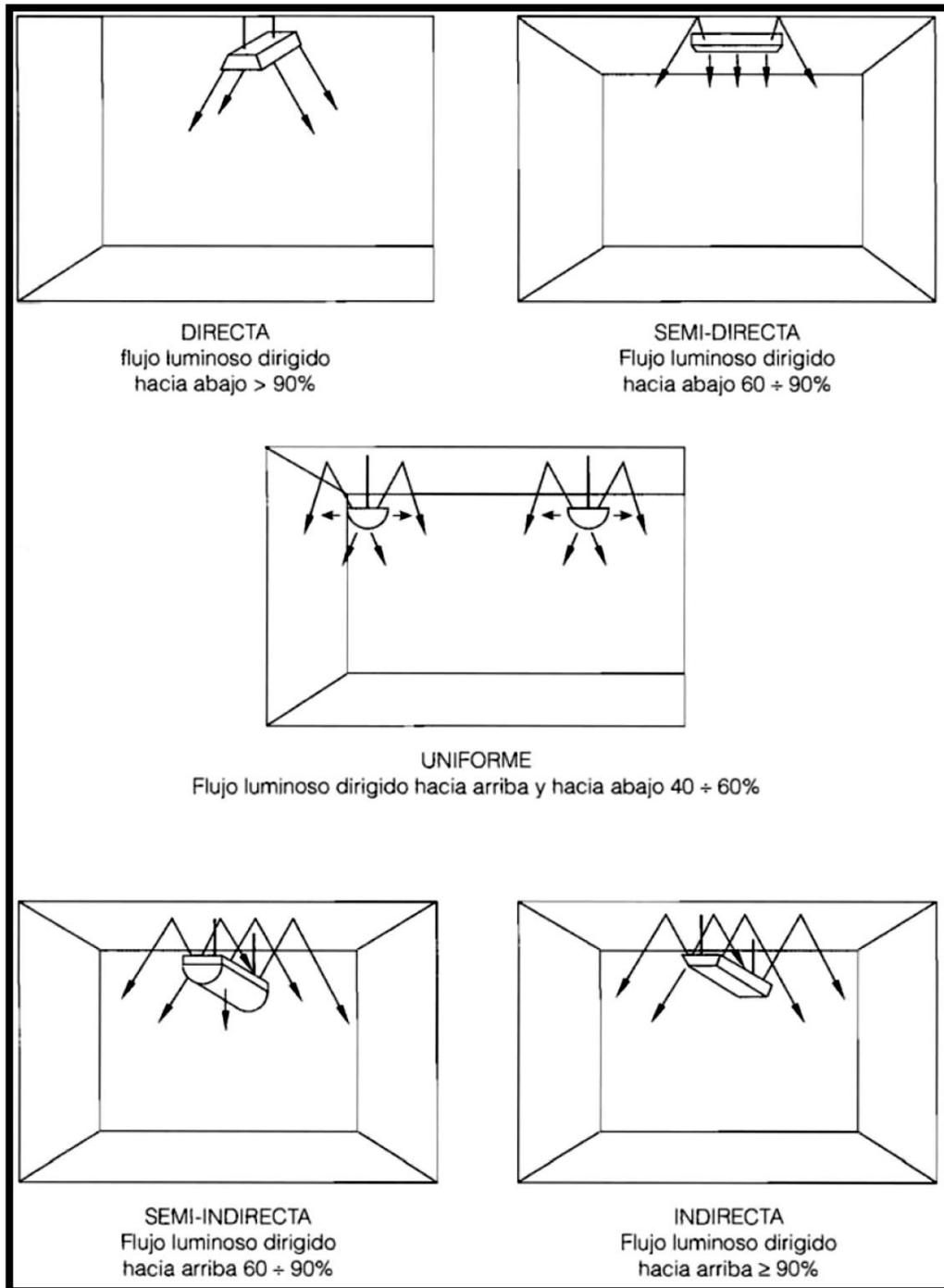
La iluminación artificial es la suministrada por fuentes luminosas artificiales como lámparas de incandescencia o fluorescentes.

Según el reparto de luz ésta puede ser:

**General:** la luz es repartida uniformemente sobre toda la superficie de trabajo.

**Localizada:** la luz incide sobre alguna zona no suficientemente iluminada con iluminación general.

De acuerdo con la distribución y colocación de las luminarias, la iluminación artificial puede ser: directa, semidirecta, uniforme, semi-indirecta e indirecta, según el porcentaje de luz reflejada, como podemos ver en la figura 2.20.



**Figura 2. 20** Niveles de iluminación

**Fuente:** Norma DIN 5035 -Tipos de iluminación recomendados en actividades industriales.

#### 2.4.4.2.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA

Los niveles de iluminación dependen de la dificultad para la percepción visual. Cada tipo de actividades precisa de unos niveles medios de iluminación, dependiendo de factores como:

- Distancia del ojo a los objetos observados.
- Tamaño de los objetos.
- Tiempo empleado en la observación.
- Contraste.
- Movilidad de los objetos.
- Reflexión, etc.

NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN TIPO DE ACTIVIDAD			
CATEGORÍA	DEFINICIÓN	EJEMPLOS	ILUMINACIÓN RECOMENDADA
I.-Tareas-muy finas	Observación constante y por mucho tiempo de detalles al límite del poder visual.	Trazado fino, fabricación de instrumentos de precisión, industria de confección y electrónica.	1000 lux
II.-Tareas-finas	Recintos y trabajos no incluidos en las categorías I, III o IV.	Trabajos administrativos normales, aulas, salas de reuniones, oficinas, talleres mecánicos, montaje de automóviles, etc.	500-1000 lux
III.- Tareas-normales	Normalmente se excluye la percepción de detalles pequeños	Almacenes, Talleres de estampación, etc.	250-500 lux
IV.- Tareas-vastas	No se trabaja continuamente.	Depósitos grandes.	125-250lux

**Tabla 2. 11** Niveles de iluminación según tipos de actividad.

**Fuente:** Norma DIN 5035 -Niveles de iluminación recomendados en actividades industriales.

Han sido aceptados en numerosos países europeos los cuatro niveles de iluminación, que corresponden a cuatro categorías de actividades, recomendadas por la norma DIN 5035, que se incluye en la siguiente tabla 2.12.

Según el Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS.

1. Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la tabla 2.13:

<b>NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES.</b>	
<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera; salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
5000 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difícil es, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

**Tabla 2. 12** Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

#### **2.4.4.2.3. RADIACIONES ÓPTICAS**

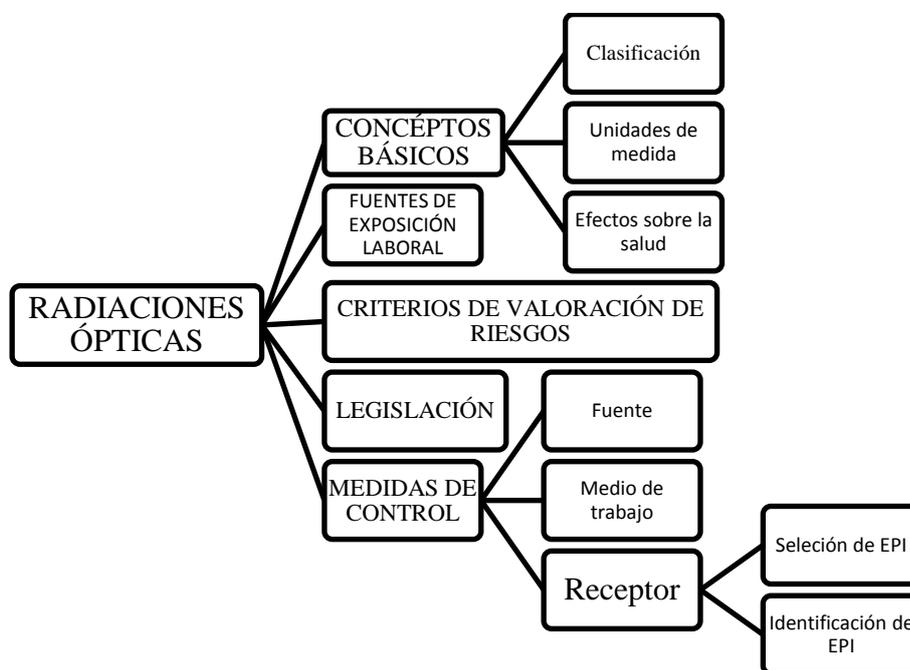
Se denomina radiaciones ópticas al conjunto de las radiaciones ultravioleta la (UV), luz o radiación visible (VIS) y la radiación infrarroja (IR). Forman parte del espectro electromagnético y la energía que pueden transportar oscila entre 12,4 eV (frontera entre el UV y los rayos X) y 1,24 meV (frontera entre el IR y las microondas).

	Frecuencia ( $\nu$ )	Longitud de onda ( $\lambda$ )	Energía de fotón
UV	3000 a 750 GHz	100 a 400 nm	12.4 a 3.10 eV
VIS	750 a 385 GHz	400 a 760 nm	3.1 a 1.59 eV
IR	385 GHz a 300 GHz	760 nm a 1 mm	1.59 eV a 1.24 meV

**Tabla 2. 13** Tabla de órdenes de magnitud en que se encuentran la frecuencia, la longitud de onda y la energía correspondientes a un fotón de radiación UV, visible o IR

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

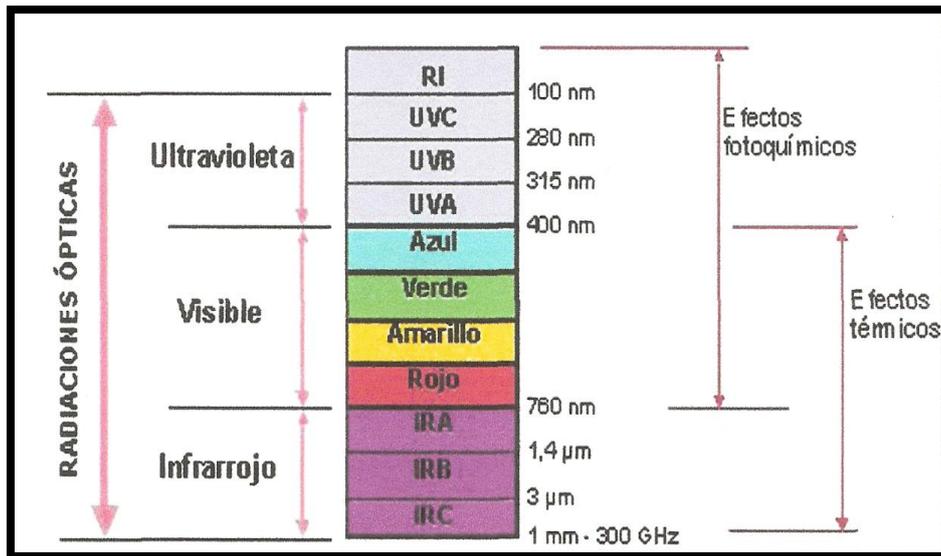
Dentro del espectro electromagnético, las radiaciones ópticas ocupan la zona comprendida entre los rayos X y las microondas y se identifican normalmente por su longitud de onda. Se dividen en zonas o regiones cuyos límites no son separaciones estrictas, porque se solapan entre ellas, y tampoco existe una única forma de denominarlas dependiendo del campo de trabajo.



**Figura 2. 21** Árbol de técnicas para radiaciones ópticas.

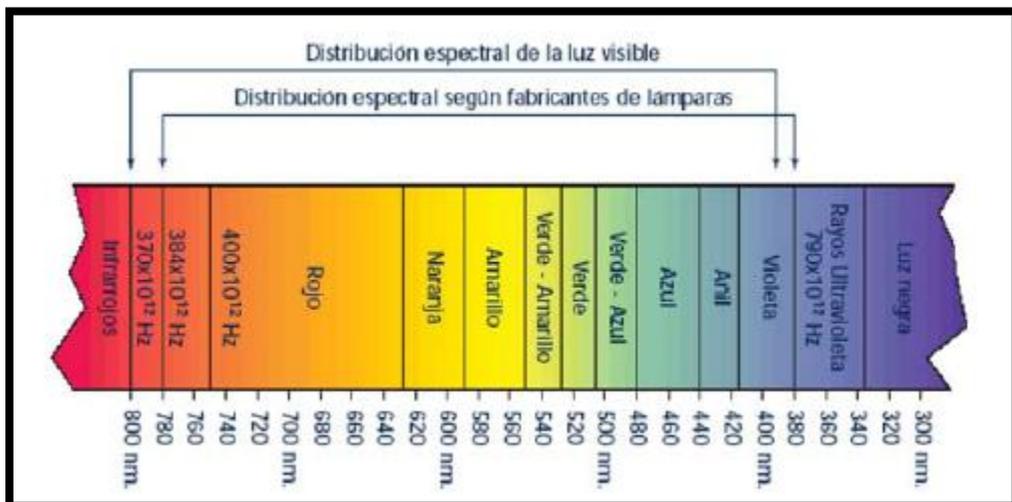
**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

En la prevención de riesgos laborales se sigue el criterio de la Comisión Internacional del Alumbrado, denominada internacionalmente por sus siglas en francés, CEI (Commission International Eclairage). Su clasificación está basada en la interacción de la radiación con el material biológico.



**Figura 2. 22** Escalas de espectro óptico.

**Fuente:** Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Registro Oficial número 565.



**Figura 2. 23** Clasificación del espectro visible.

**Fuente:** <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8756/7/T10127CAP1.pdf>

La CIE considera que el espectro óptico se extiende desde los 100 nm hasta 1 mm y engloba a la radiación ultravioleta (UV), situada entre 100nm y 380/400 nm, a la luz o radiación visible, entre 380/400 nm y 760/780 nm, y a la radiación infrarroja (IR), que abarca la zona comprendida entre 760/780 nm y 1 mm. A su vez, cada una de ellas se subdivide en varias regiones.

<b>REGIONES CEI</b>	<b>OTRAS DENOMINACIONES</b>
UV-C(100nm-280nm)	UV Extremo(1/10nm-100nm)
UV-B(280nm-315/320)	UV Lejano(200nm-300nm)
UV-A(315nm-380/400)	Luz "negra"(315nm-400nm)
Luz Visible (380/780nm-760/780nm)	
IR-A(760/780nm-1400nm)	IR-Próximo (760nm-4000nm)
IR-B(1.4µm-3µm)	IR-Medio (4µm-14µm)
Ir-C(3um-1mm)	IR-Lejano (14µm-100µm)

**Tabla 2. 14** Denominaciones del espectro óptico

**Fuente:** Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Registro Oficial número 565.

#### **2.4.4.2.3. RADIOMETRÍA**

Es la ciencia que mide las radiaciones ópticas. La espectro-radiometría mide la energía radiante en función de la longitud de onda. Los equipos de medida se llaman radiómetros y espectro-radiómetros, respectivamente. Las magnitudes radiométricas más usadas para medir las radiaciones ópticas son:

**La energía radiante Q:** es la energía total emitida por una fuente en forma de radiación, se mide en Julios (J).

**El flujo radiante o potencia radiante  $\phi$ :** es la energía radiante emitida en un tiempo determinado. Se mide en wattios (W).  $1W=1J/S$

**La intensidad radiante I:** es el flujo radiante total emitido por una fuente dentro de un cierto ángulo de salida. Se mide en watts por unidad de ángulo sólido, es decir, wattios por estereorradián, (W.sr-1). Para su medida hay que conocer el ángulo sólido subtendido por la fuente sobre el detector. Se usa para cuantificar la

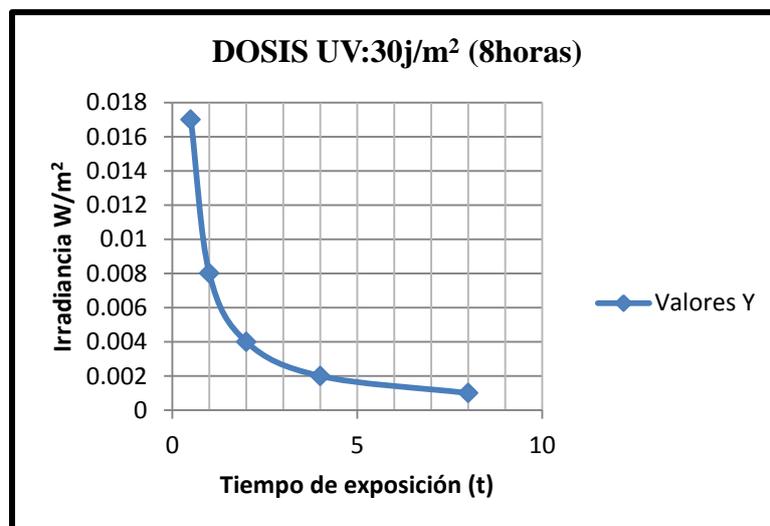
distribución espacial del flujo radiante emitido por una fuente. Si  $I$  es constante en todas las direcciones, se dice que la fuente es isotrópica.

**La Irradiancia  $E$ :** es la potencia radiante total que incide sobre una superficie por unidad de área. Se mide en  $W \cdot m^{-2}$ . Se obtiene dividiendo la potencia radiante por la superficie del detector. Se usa para cuantificar el riesgo potencial de una exposición continua a R.O.

**La Irradiancia  $E$**  es una medida de exposición que contempla el tiempo en el que se ha recibido la energía radiante ( $J/s/m$ ), lo que supone una limitación temporal de la exposición.

**La exposición radiante  $H$ ,** es la energía radiante incidente sobre una superficie dividida por el área de la superficie, y se mide en  $J \cdot m^{-2}$ . Se usa para integrar en el tiempo del efecto de una exposición a radiación continua, o para exposiciones a fuentes intermitentes. Representa una exposición que no tiene en cuenta el tiempo en el que se ha recibido la energía ( $J/m$ ); se usa para expresar dosis y debe ir acompañada del tiempo de exposición.

Por ejemplo, una exposición radiante de  $30 J/m^2$  para una jornada laboral de 8 horas, permitiría una irradiancia de  $0,002 W/m^2$  durante 4 horas, o una irradiación de  $0,008 W/m^2$  durante 1 hora de dicha jornada laboral,



**Figura 2. 24** Gráfica de irradiación vs tiempo de exposición para el ejemplo citado.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

MAGNITUD	SÍMBOLO	DEFINICIÓN	UNIDADES
Energía radiante	Q, Qe	-	J(julios)
Flujo de potencia	$\Phi, \phi_e$	$dQ/dt$	W(wattios)
Irradiación	E, Ep	$d\phi/dA$	W.m <sup>2</sup>
Exposición radiante	H, He	$dQ/dA$	J.m <sup>2</sup>

**Tabla 2. 15** Magnitudes radiométricas

**Fuente:** Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo y resolución 957 de instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo.

		UV-B y C 200-315nm	UV-A 315- 400nm	VISIBLE Riesgo Foto químico 300-700	VISIBLE Riesgo Térmico 380-1400 nm	IR 780-3000 nm
OJOS	CORNEA	Queratitis. Conjuntivitis.				
	CRISTALINO		Cataratas foto químico.			Cataratas térmicas.
	RETINA			Lesión foto química	Lesión térmica.	
PIEL		Eritemas, efectos cancerígenos.		Lesión térmica.		

**Tabla 2. 16** Efectos fisiológicos de las radiaciones ópticas.

**Fuente:** Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo.

#### 2.4.4.3. VIBRACIONES.

Son numerosas las actividades laborales que suponen una exposición prolongada a vibraciones mecánicas tanto transmitidas al sistema mano-brazo (VMB) como al cuerpo completo (VCC). La conducción de vehículos de transporte, carretillas elevadoras, maquinaria agrícola o de obras públicas, así como el uso de herramientas manuales, rotativas, alternativas o percutoras son las fuentes principales de la exposición laboral a vibraciones mecánicas.

Según el Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, párrafo 3. “Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un

programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos”.

#### 2.4.4.3.1. VIBRACIÓN TRANSMITIDA AL SISTEMA MANO-BRAZO (VMB)

Es la vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.

#### 2.4.4.3.2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL SISTEMA MANO-BRAZO (VMB)

La evaluación de la vibración transmitida al sistema mano-brazo se basa en el cálculo del valor de exposición diaria, normalizado para un periodo de referencia de 8 horas,  $A(8)$ , expresada como se ve en la ecuación 2.21

$$ahv = \sqrt{(ahwx)^2 + (ahwy)^2 + (ahwz)^2} \quad \text{ec 2.21}$$

Donde:

$ahwx$  = Valor de  $ahw$ , en  $m/s^2$ , para el eje x.

$ahwy$  = Valor de  $ahw$ , en  $m/s^2$ , para el eje y.

$ahwz$  = Valor de  $ahw$ , en  $m/s^2$ , para el eje z.

$ahv$  = Valor total de la aceleración eficaz de las vibraciones, ponderada en frecuencia.

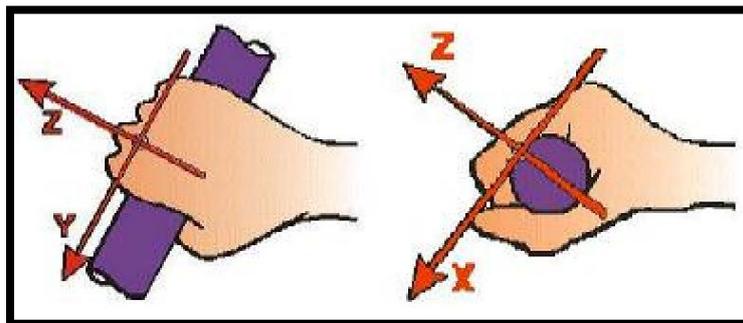


Figura 2. 25 Esquema de ejes para vibraciones mano brazo (VMB).

Fuente: <http://www.ergocupacional.com/4910/57882.html>

Los valores obtenidos pueden utilizarse para predecir los efectos adversos de las vibraciones transmitidas por la mano en el intervalo de frecuencia cubierto por las bandas de octava que van desde 8 Hz a 1 kHz.

#### 2.4.4.3.3. MEDIDA Y EVALUACIÓN DE LAS VIBRACIONES TRANSMITIDAS POR LA MANO

La exposición diaria a las vibraciones se evalúa mediante la ecuación **2.22**:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad \text{ec 2.22}$$

Donde:

T =es la duración total diaria de la exposición a las vibraciones.

T<sub>0</sub> =es la duración de referencia de 8 horas (28.800 s).

Si el trabajo es tal que la exposición diaria total a las vibraciones consta de varias fuentes se expresa mediante la ecuación **2.23**.

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \quad \text{ec 2.23}$$

Donde:

a<sub>hvi</sub> =es la magnitud (vector suma) de las vibraciones de la operación i.

n =es el número de exposiciones individuales a las vibraciones.

T<sub>i</sub> =es la duración de la operación i.

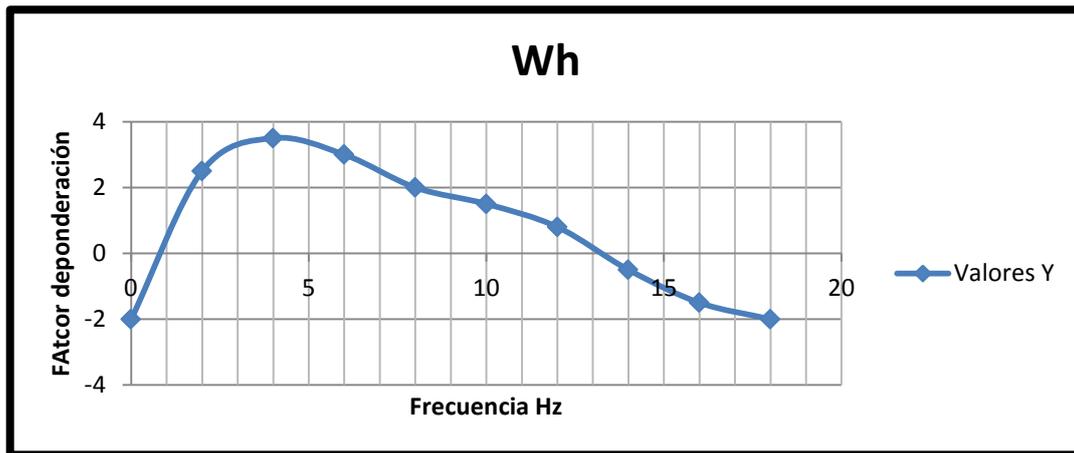
La aceleración eficaz ponderada en frecuencia a<sub>hw</sub> se calcula mediante la ecuación **2.24**:

$$a_{hw} = \sqrt{\sum_i (W_{hi} a_{hi})^2} \quad \text{ec 2.24}$$

Donde:

W<sub>hi</sub> =es el factor de ponderación para la banda de tercio de octava i.

$a_{hi}$  es la aceleración eficaz en la banda de tercio de octava  $i$ .



**Figura 2. 26** Curva de ponderación.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

#### 2.4.4.3.4. VIBRACIÓN TRANSMITIDA A CUERPO COMPLETO (VCC)

Es la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

#### 2.4.4.3.5. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CUERPO COMPLETO (VCC)

La evaluación de la vibración transmitida al cuerpo entero se basa en el cálculo del valor de exposición diaria,  $A(8)$ , expresada como la aceleración continua equivalente para un periodo de 8 horas, calculada como el mayor de los valores eficaces de las aceleraciones ponderadas en frecuencia determinadas según los tres ejes ortogonales ( $1,4 a_{wx}$ ,  $1,4 a_{wy}$ ,  $a_{wz}$ , para un trabajador sentado o de pie), de conformidad con la norma ISO 2631-1:1997. Todas las vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo humano, bien sean vibraciones periódicas, aleatorias o transitorias. Indica los principales factores que influyen para determinar el grado para el que una exposición a las vibraciones será aceptable. El rango de frecuencias considerado es:

- 0,5 Hz - 80 Hz para seguridad, confort y percepción
- 0,1 Hz - 0,5 Hz para mareos

Lo descrito anteriormente es aplicable para las transmisiones a través de las superficies soportantes: por el pie para persona erguida, nalgas, espalda y pie para persona sentada o área soportante para persona acostada. Tal tipo de vibración se encuentra en vehículos, maquinaria y edificios.

La evaluación se realizará mediante la medida de la aceleración eficaz ponderada con la ecuación 2.25:

$$a = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad \text{ec 2.25}$$

**Donde:**

**a** = Valor eficaz de la aceleración, en m/s<sup>2</sup>.

**W** =Ponderación frecuencial.

**aw(t)** =es el valor instantáneo de la aceleración ponderada en frecuencia.

**T** =es la duración de la medida, es segundos.

#### 2.4.4.3.6. RESPUESTA HUMANA A LAS VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL CUERPO COMPLETO.

La respuesta humana a este tipo de vibraciones depende tanto del criterio de afección (salud, confort, percepción o mareo) como de la parte del cuerpo en contacto y la dirección de la vibración. Se utilizan por ello diferentes filtros. Las siguientes tablas son una guía de aplicación de los mismos:

Ponderación Frecuencial	Salud	Confort	Percepción	Mareos
Wc	Eje-x; Espalda Sentado	Eje-x; Espalda Sentado	Eje-x; Espalda Sentado	
We		Ejes rx-ry-rz; asiento	Ejes rx-ry-rz; asiento	
Wj		Recostado Vertical	Recostado Vertical	

**Tabla 2. 17** Guía para la aplicación de las curvas de ponderación frecuencial para factores de ponderación adicional.

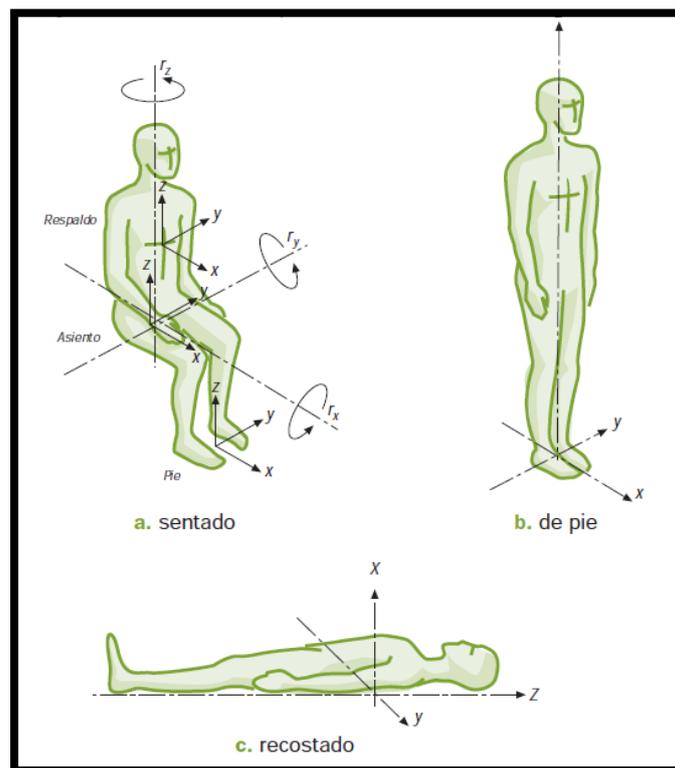
**Fuente:**trabajo;/http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf).

Ponderación Frecuencial	Salud	Confort	Percepción	Mareos
Wk	Eje-z; asiento	Eje-z; asiento Eje-z; de pies Recostado Vertical Ejes x-y-z; pie(sentado)	Eje-z; asiento Eje-z; de pies Recostado Vertical	

Wd		Eje-x; asiento Eje-y; asiento Eje-x-y; de pies  Recostado Horizontal Ejes x-y; espalda sentado	Eje-x; asiento Eje-y; asiento Eje-x-y; de pies  Recostado Horizontal	
Wf				Vertical

**Tabla 2. 18** Guía para la aplicación de las curvas de ponderación frecuencial para las principales ponderaciones.

**Fuente:** Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo; <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf>.



**Figura 2. 27** Ejes básicéntricos del cuerpo humano.

**Fuente:**trabajo; <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf>.

#### 2.4.4.3.7. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES

El resultado final de una evaluación se obtiene ponderando los resultados obtenidos para cada banda de tercio de octava, la expresión equivalente, en el dominio del tiempo es la ecuación 2.26:

$$a_w = \left[ \sum_i (W_i a_i)^2 \right]^{1/2} \quad \text{ec 2.26}$$

Donde:

$a_w$  = es la aceleración ponderada en frecuencia

$W_i$  = es el factor de ponderación para la banda de tercio de octava  $i$ .

$a_i$  = es el valor eficaz de la aceleración para la banda de tercio de octava  $i$ , mediante la cual se tiene la ecuación 2.27.

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad \text{ec 2.27}$$

Los datos de vibración que se requieren para su aplicación son el nivel global de vibración en velocidad - valor eficaz RMS, en un rango de frecuencia entre 10 y 1.000 Hz (severidad de la vibración, según ISO). Por ello, cuando se trabaja en mantenimiento predictivo haciendo análisis por bandas, puede resultar muy útil definir siempre una banda ISO de 10 Hz a 1KHz, de cara a tener una referencia para posibles informes o reclamaciones. El análisis de este rango de frecuencias permite incluir, para estas velocidades de operación, las acusas más comunes de vibración en máquinas rotativas:

- Excitaciones de carácter asíncrono debidas a rozamientos.
- Desequilibrio del rotor.
- Excitaciones de carácter eléctrico y sus armónicos.
- Armónicos de excitaciones asíncronas del rotor.

De cara al establecimiento de la severidad de vibración admisible, se distinguen varias clases de máquinas rotativas:

- **CLASE I** – Componentes individuales, totalmente conectados al conjunto de la máquina en condiciones normales de operación. Por ejemplo, pequeños motores eléctricos hasta 15 Kw.
- **CLASE II** – Máquinas de tamaño medio. Por ejemplo, motores eléctricos de 15 a 75 Kw o hasta 300 Kw en motores con cimentación especial.
- **CLASE III** – Motores principales grandes, con cimentación rígida y pesada.

• **CLASE IV** - Motores principales grandes montados sobre cimentación blanda y ligera. Por ejemplo, Turbo maquinaria (equipos con RPM > velocidad crítica).  
El criterio de severidad en vibración admisible para cada una de las CLASES de máquinas mencionadas, es el reflejado en la tabla:

RMS rangos de velocidad de gravedad de vibraciones		Gravedad de vibraciones para separar clases de las máquinas			
mm/seg	in/seg	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
0.28	0.01	A	A	A	A
0.45	0.02				
0.71	0.03				
1.12	0.04	B	B	B	B
1.8	0.07				
2.8	0.11	C	C	C	C
4.5	0.18				
7.1	0.28	D	D	D	D
11.2	0.44				
18	0.71				
28	1.10				
45	1.77				

**Tabla 2. 19** Gravedad de vibraciones para diferentes clases de máquinas.

**Fuente:** Normativa sobre vibraciones-Universidad de Navarrens.

Como puede observarse en la tabla la severidad de vibración se divide en 4 rangos:

A-Buena,

B-Satisfactoria,

C-Insatisfactoria o

D-Inaceptable.

Para utilizar la norma ISO 2372, basta con clasificar la máquina en estudio dentro de la clase correspondiente y, una vez obtenido el valor global (RMS) de vibración entre 600 y 60.000 CPM, localizar en la tabla la zona en la que se

encuentra. La clasificación de la máquina se llevará a cabo en base a una serie de consideraciones:

- El tipo y tamaño de la máquina.
- El tipo de servicio que la misma va a proporcionar o proporciona.
- El sistema de soporte de la máquina.
- El efecto de la vibración en la máquina sobre el entorno de la misma (instrumentación, equipos adyacentes, personas.)

En general, se suele considerar que la severidad de vibración de la máquina se mantiene invariable si presenta siempre el mismo valor RMS de amplitud de velocidad de vibración en el rango de frecuencias 10 – 1.000 Hz.

#### **2.4.4.3.8. VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y VALORES DE EXPOSICIÓN QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN**

##### **1. Para la vibración transmitida al sistema mano-brazo:**

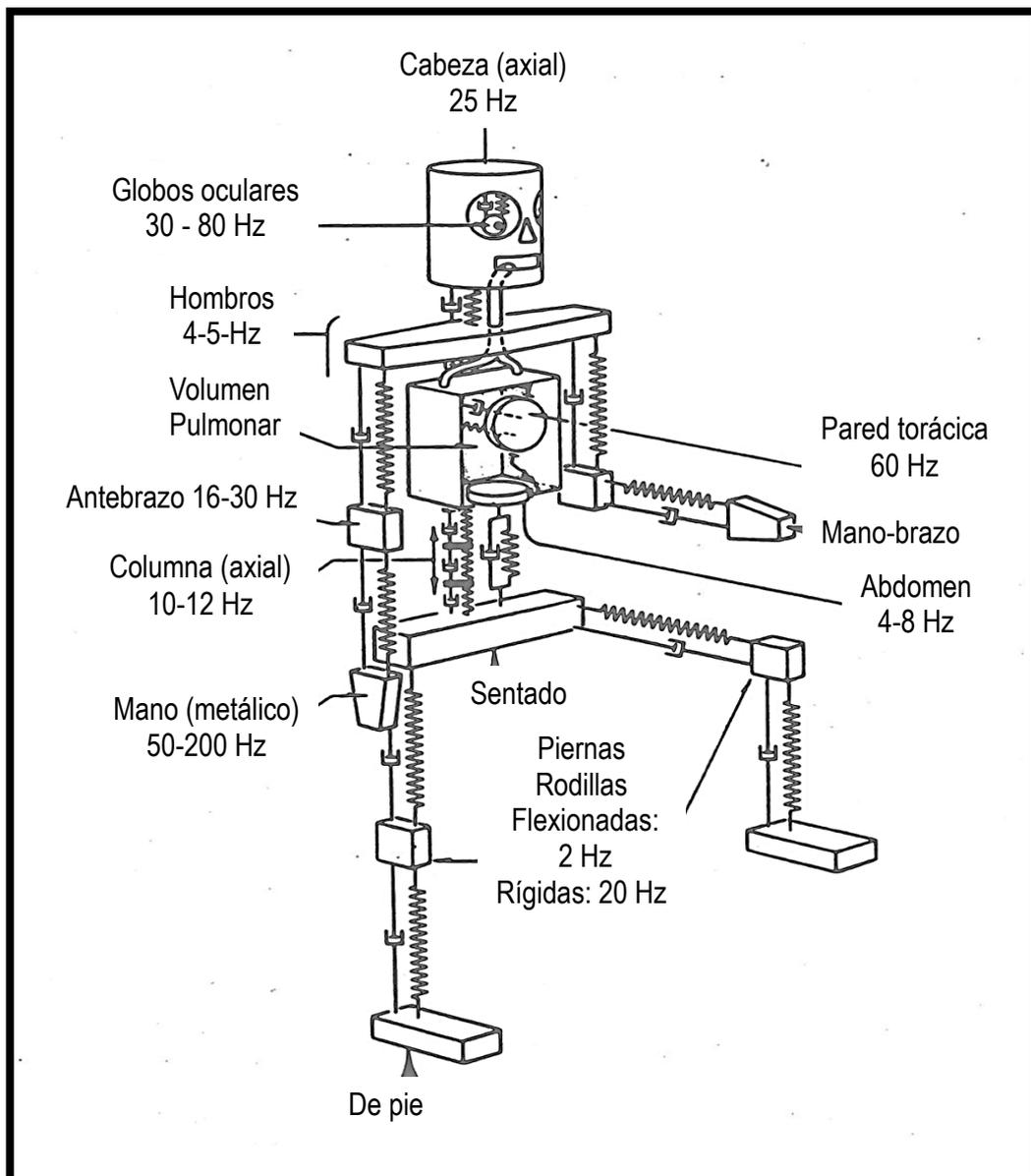
- El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas se fija en  $5 \text{ m/s}^2$ ;
- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas que da lugar a una acción se fija en  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

##### **2. Para la vibración transmitida al cuerpo entero:**

- El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas se fija en  $1,15 \text{ m/s}^2$ ;
- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas que da lugar a una acción se fija en  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Para comprender y predecir los efectos biodinámicos de la vibración sobre el cuerpo humano, se diseñan en laboratorio modelos matemáticos, relativamente simples, que permiten simular la respuesta del cuerpo a las vibraciones.

La figura 2.28 indica uno de tales modelos. Cada parte del cuerpo se representa por una masa, un muelle y un amortiguador.

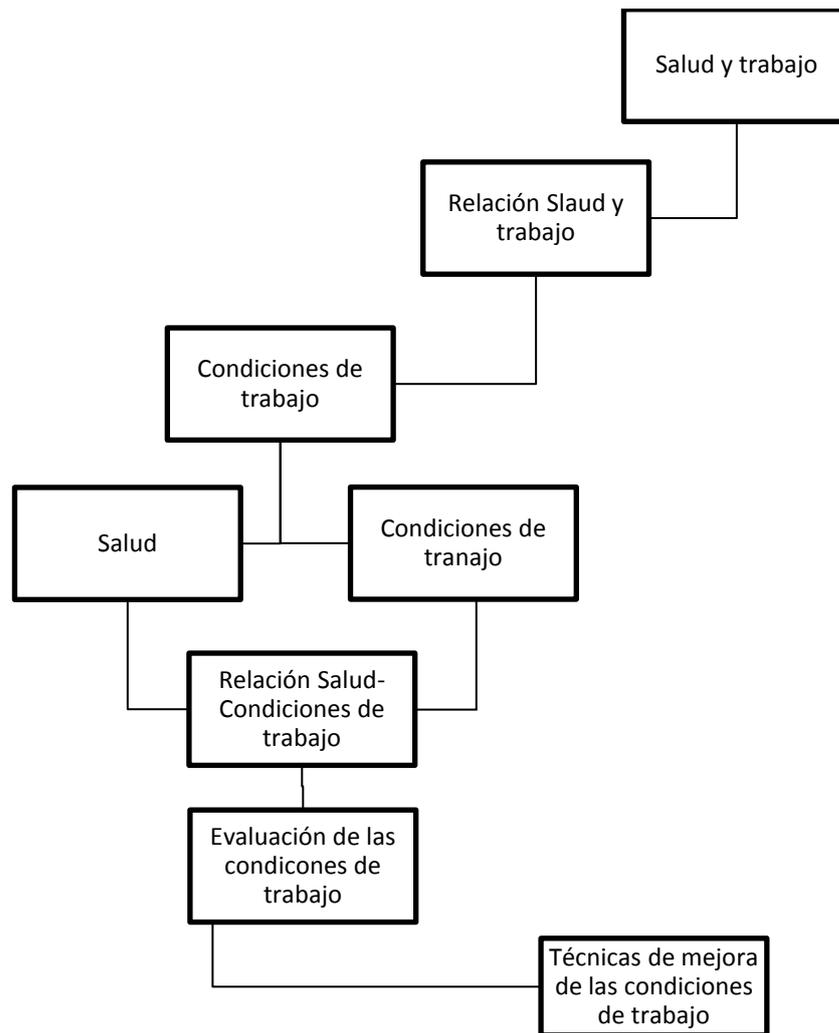


**Figura 2. 28** Modelo mecánico del cuerpo humano.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

#### 2.4.4.4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Con independencia de los diferentes problemas que conlleva el trabajo, el hombre precisa realizar necesariamente a lo largo de su vida un trabajo, que a la vez que le permita satisfacer una serie de necesidades de distinta índole, tanto en lo que se refiere a su subsistencia física como en las referente al mantenimiento de su salud, así como a su desarrollo profesional y personal entre otras muchas, es por tal razón que se verá rodeado de riesgos físicos y mecánicos.



**Figura 2. 29** Esquema sobre condiciones de salud y trabajo.

**Fuente:** La salud y el trabajo Oscar Betancourt.

Se deberá considerar los artículos de seguridad y salud en el trabajo de la norma ecuatoriana tales como:

Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS.

Art. 57. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

Art. 179. PROTECCIÓN AUDITIVA.

Además considerar el Real Decreto (R.D) 1215/1997, anexo I.1. 17: "Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos".

#### 2.4.4.5. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos tanto sobre el receptor del sonido (efectos auditivos) como de tipo fisiológico y comportamental (efectos extrauditivos). En la tabla 2.20 se muestran, de forma esquemática, aquellos efectos para los que se dispone de evidencia y, si están disponibles, los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados.

EFECTO			Nivel de presión sonora dB(A)
Evidencia Suficiente	Malestar	Ambiente de oficina	55
		Ambiente industrial	85
	Hipertensión		55-16
	Disminución de la capacidad auditiva	Adultos	75
		Feto	85
Evidencia limitada	Disminución del rendimiento		-
	Efectos bioquímicos		-
	Efectos sobre el sistema inmunitario		-
	Influencia en la calidad del sueño		-
	Disminución del peso al nacer		-

**Tabla 2. 20** Efectos del ruido sobre la salud.

**Fuente:** Extraído de: Occupational noise: assessing de burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels {2004}. Geneva, OMS.

##### 2.4.4.5.1. ALTERACIONES AUDITIVAS

El impacto del ruido sobre la función auditiva es el efecto mejor documentado. El ruido presente en el entorno tanto laboral como extra laboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).

Esas lesiones dependen de factores como: la calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de

impulso, de carácter imprevisto y brusco); la duración de la exposición (exposición laboral y extra laboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones óticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia).

#### **2.4.4.5.2. EFECTOS BIOLÓGICOS EXTRA AUDITIVOS**

Los efectos del ruido no se limitan al oído. El organismo responde a los estímulos acústicos como lo haría ante cualquier otra agresión ya sea de tipo físico o psíquico mediante modificaciones cardiovasculares, hormonales, digestivas o psíquicas. Los efectos fisiológicos del ruido se observan a nivel motor (contracciones musculares), vegetativo (aumento transitorio de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de la presión sanguínea, aceleración de los movimientos respiratorios, disminución de la función de las glándulas salivares y del tránsito intestinal, midriasis...), endocrino (aumento de las catecolaminas, del cortisol...), inmunitario (disminución de la capacidad inmunitaria ligada a las alteraciones endocrinas) y electroencefalográficos (desincronización del EEG).

#### **Malestar**

El ruido puede dar lugar también a efectos “subjetivos”, lo que la OMS ha calificado de malestar. El ruido puede producir una sensación de desagrado o disgusto en un individuo o en un grupo que conocen o imaginan la capacidad del mismo para afectar su salud. Esta sensación es a menudo la expresión de las interferencias con la actividad en curso aunque no de forma exclusiva ya que puede ser modulada también por variables como el sexo, la edad, el nivel formativo, las condiciones de trabajo (carga mental, apremio de tiempo, clima laboral, satisfacción en el trabajo) y las características de la exposición (posible control o previsibilidad del ruido).

Alteraciones comportamentales: La forma en que las personas reaccionan a la pérdida de capacidad auditiva varía enormemente. En las disminuciones lentas y progresivas, como es el caso de las lesiones auditivas inducidas por el ruido, lo

más frecuente es que el trabajador o trabajadora evite el contacto social y pierda interés por su entorno. Algunos estudios ponen de manifiesto una mayor agresividad y un aumento de los conflictos en ambientes ruidosos sobre todo en aquellas personas que presentan problemas psicológicos previos.

**Trastornos de voz:** Uno de los posibles efectos del ruido es la aparición de disfonía en aquellos trabajadores que deben elevar la intensidad de la voz para poder mantener la comunicación verbal con otros. Algunos autores afirman que un ruido ambiental superior a los 66 dB(A) requiere un esfuerzo potencialmente peligroso para las cuerdas vocales.

### **Otros**

El ruido puede aumentar el riesgo de accidente de trabajo al enmascarar las señales de alerta, dificultar la comunicación verbal y alterar la atención.

La inteligibilidad de una comunicación entre dos personas situadas en un ambiente en el que el ruido es de 80dB(A) se dificulta a distancias superiores a 25 cm.

### **2.4.4.6. EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN EN LA SALUD**

El cuerpo humano no responde de igual forma a las radiaciones de las diferentes regiones del espectro óptico. La capacidad de interacción de las radiaciones ópticas con el cuerpo humano depende de la cantidad de energía que puede transferir a los tejidos biológicos y de la potencia radiante de la fuente emisora.

A potencias suficientemente altas, la exposición a Radiaciones Ópticas (R.O) puede producir efectos adversos sobre los ojos y la piel, debido a su escaso poder de penetración en el cuerpo humano, estos efectos dependen también de la distancia a la fuente emisora y del tiempo de exposición. El tipo de lesión o de patología que pueda producirse depende de la capacidad de absorción de las radiaciones por los diferentes tejidos que forman la estructura de los ojos y la piel (ver tabla 2.21)

		UV-B y C 200-315nm	UV-A 315-400nm	VISIBLE Riesgo Fotoquímico. 300-700nm	VISIBLE Riesgo Térmico. 300-700nm	IR 780-3000nm
O J O S	CORNEA	Queratitis, Conjuntivitis				
	CRISTALINO		Cataratas Fotoquímicas			Cataratas Térmicas
	RETINA			Lesión Fotoquímica	Lesión Térmica	
PIEL		Eritemas, efectos cancerígenos		Lesión Térmica		

**Tabla 2. 21** Efectos fisiológicos de las radiaciones ópticas.

**Fuente:** Prevención de riesgos laborales-U.D.3.11-Radiaciones ópticas.

#### **2.4.4.7. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE LAS VIBRACIONES A LA SALUD**

La exposición a vibraciones mecánicas está asociada a la aparición de determinadas patologías. Esta asociación se encuentra bien determinada en algunos casos (problemas vasculares, osteoarticulares, nerviosos o musculares, principalmente).

##### **2.4.4.7.1. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES**

###### **Efectos físicos**

Las vibraciones de cuerpo entero pueden producir trastornos respiratorios, músculo-esqueléticos, sensoriales, cardiovasculares, efectos sobre el sistema nervioso, sobre el sistema circulatorio o sobre el sistema digestivo.

Las vibraciones mano-brazo pueden causar trastornos vasculares, nerviosos, musculares, de los huesos y de las articulaciones de las extremidades superiores.

En la tabla 2.22 se especifican los efectos/daños físicos que se han descrito en trabajadores expuestos a vibraciones, según su tipo.

## Reacciones de comportamiento

Las vibraciones pueden afectar al rendimiento durante la exposición interfiriendo con las funciones periféricas motoras o sensoriales, con manifestaciones como, por ejemplo, visión borrosa, haciendo que la imagen oscile en la retina y produciendo un deterioro visual, o pueden provocar movimientos corporales involuntarios en el trabajador expuesto. Además, también puede disminuir el rendimiento debido a la fatiga inducida por las vibraciones.

<b>VIBRACIONES MANO-BRAZO</b>	<b>VIBRACIONES CUERPO-ENTERO</b>
<b>AFECCIONES OSTEOARTICULARES</b> Osteonecrosis del escafoides. Necrosis del semilunar. Artrosis hiperostósante del codo.	<b>AFECCIONES DE LA COLUMNA VERTEBRAL</b> Discopatías dorsolumbares. Lumbalgias. Ciática.
<b>AFECCIONES NEUROLÓGICAS</b> Neuropatía periférica de predominio sensitivo.	<b>OTRAS AFECCIONES</b> Digestiva. Vasculares periféricas (hemorroides, várices).
<b>AFECCIONES VASCULARES</b> Fenómeno de Raynaud. Síndrome de martillo Hipotenar.	Esfera reproductiva (abortos espontáneos, desórdenes musculares).
<b>ALTERACIONES MUSCULARES</b> Dolor. Entumecimiento. Rigidez. Disminución de la fuerza muscular.	

**Tabla 2. 22** Efecto de la exposición a las vibraciones.

**Fuente:** Guía técnica de las vibraciones-Real Decreto 1311/2005.

#### **2.4.4.7.2 FACTORES DE RIESGO**

La exposición a vibraciones mano-brazo o de cuerpo entero puede aumentar el riesgo de que se produzcan daños para la salud cuando van asociados a algunos factores laborales o personales.

##### **Factores laborales**

La realización de trabajos en los que se está expuesto a vibraciones mecánicas en posturas fijas o incorrectas, con torsiones frecuentes, movimientos repetitivos, agarrando con fuerza las herramientas vibrantes, o en ambientes fríos y húmedos, constituyen factores de riesgo adicionales. En lo que se refiere al uso de cinturones o fajas de protección frente a vibraciones transmitidas al cuerpo entero, no existe consenso sobre su utilidad y en algunos casos dicho uso puede constituir en sí mismo un factor de riesgo ya que pueden provocar alteraciones en el sistema cardiovascular, limitaciones en la movilidad del trabajador, reducción en la elasticidad de los músculos y tendones y falsa sensación de seguridad del trabajador, por lo que cuando existan dudas razonables sobre la idoneidad del uso de fajas o cinturones la decisión se basará en el criterio médico, especialmente cuando los trabajadores tengan algún tipo de patología previa.

##### **Factores personales**

En la tabla 2.23 se especifican algunos de los factores personales (condiciones previas de salud) que pueden agravar los efectos de la exposición a vibraciones. Pese a ser una condición personal moduladora de la exposición a vibraciones, se dedica un apartado independiente a embarazo y vibraciones debido a su especificidad (ver apartado de factores laborales).

##### **Embarazo y vibraciones**

En la comunicación COM (2000) 466 final, la Comisión Europea aconseja organizar el trabajo de modo que las mujeres embarazadas no realicen actividades que conlleven un riesgo derivado de vibraciones incómodas en todo el cuerpo, especialmente a bajas frecuencias. Los estudios sobre vibraciones y embarazo relacionan esta exposición con un aumento de la incidencia de abortos espontáneos, parto pre-término, complicaciones durante el parto y bajo peso al nacer. No se han descrito efectos relacionados con la lactancia materna.

En la bibliografía consultada no se ha encontrado ningún estudio que permita establecer un valor límite de exposición a las vibraciones de cuerpo entero, aplicable a mujeres embarazadas.

<b>VIBRACIONES MANO-RAZO</b>	
<b>Generales</b>	<b>Específicas</b>
<b>VASCULARES</b>	<p><i>Síndrome de Raynaud (idiopático)</i></p> <p><i>Fenómeno de Raynaud secundario:</i></p> <p><b>ENFERMEDADES DEL TEJIDO CONECTIVO:</b> Escleroderma, Lupus eritematoso, Poliarteritis nodosa, dermatomiositis, artritis reumatoide, Síndrome de Sjögren.</p> <p><b>ENFERMEDADES VASCULARES OCLUSIVAS:</b> Tromboangeitis ocluyente, aterosclerosis, trombo-embolismo o aneurisma.</p> <p><b>COMPRESIÓN VASCULAR:</b> Síndrome del canal torácico, Síndrome costoclavicular, Síndrome por hiperabducción.</p> <p><b>TRAUMATISMOS:</b> Lesiones en dedos/manos por accidente, Fractura o cirugía; congelación, síndrome de inmersión.</p> <p><b>NEUROGÉNICO:</b> Poliomiелitis, Siringomielia, Hemiplejia.</p> <p><b>HEMATOLÓGICO:</b> Policitemia vera, Crioproteinemias, Macroglobulinemia, Trombocitosis, Leucemia.</p> <p><b>AGENTES QUÍMICOS DE ORIGEN LABORAL:</b> Cloruro de vinilo, Arsénico, Nitratos (Ej.: nitroglicerina, nitroglicol)</p> <p><b>FÁRMACOS:</b> Betabloqueantes, Clonidina, Ergotamínicos, Nitroglicerina, Nicotina, Citostáticos (vinblastina, bleomicina, cisplatino), Ciclosporinas, Metisergide, Anfetaminas, Imipramina.</p> <p><b>MISCELÁNEA:</b> Vasculitis, Fístula arteriovenosa, Síndrome del Túnel carpiano, Fibromialgia, Enfermedad renal, Hipotiroidismo, Neoplasias, Distrofia del reflejo simpático, Hepatitis B antigénica, Inyecciones intraarteriales. Trastornos vasculares periféricos: arteriosclerosis ocluyente, tromboangeitis ocluyente o enfermedad de Buerger, fístulas arteriovenosas adquiridas, eritromialgia. Alteraciones vasculares secundarias a malformaciones, lesiones, fracturas o cirugía en la mano, brazo o cuello.</p>
	<p>Por compresión nerviosa: síndrome del túnel carpiano, síndrome del pronador, síndrome del canal de Guyon, síndrome del túnel cubital, síndrome del canal torácico.</p> <p>Neuropatías periféricas: diabética, alcohólica, radiculopatía cervical, tóxica (disolventes, organofosforados, carbamatos), fármacos (antibióticos, citostáticos).</p>

<b>NEUROLÓGICAS</b>	Alteraciones del Sistema Nervioso Central: mielopatía compresiva (espondilosis, tumores), degeneración de la médula espinal, esclerosis múltiple. Alteraciones neurológicas secundarias a malformaciones, lesiones, fracturas o cirugía en mano, brazo o cuello.
<b>MÚSCULO ESQUELÉTICAS</b>	Tendinitis o tenosinovitis en extremidad superior. Enfermedad de Dupuytren. Enfermedades degenerativas óseas o articulares en extremidad superior o en cuello. Deformidades óseas o articulares importantes en extremidad superior secundarias a deformaciones, lesiones, fracturas o cirugía. Miopatías.
<b>VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO</b>	
<b>GENERAL</b>	<b>ESPECÍFICAS</b>
<b>COLUMNA VERTEBRAL</b>	Cambios degenerativos prematuros no relacionados con la edad. Lesiones del disco intervertebral con o sin síndrome radicular. Inflamaciones agudas. Deformaciones vertebrales adquiridas o congénitas. Cirugía vertebral. Lesiones previas con fractura vertebral. Lumbalgia crónica.
<b>OTRAS CONDICIONES</b>	Alteraciones de cuello y hombro. Gastritis crónica y/o úlceras gastroduodenales. Embarazo.

**Tabla 2. 23** Alteraciones de la salud que pueda aumentar el riesgo de daños por exposición a vibraciones.

**Fuente:** Guía técnica de las vibraciones-Real Decreto 1311/2005.

Sin embargo, algunos de estos estudios desaconsejan el trabajo en las siguientes situaciones:

- Conducción de autobuses de largas distancias.
- Conducción de metro, tranvías o equivalentes.
- Conducción de grúas eléctricas.
- Conducción de carretillas elevadoras.

- Conducción de vehículos pesados y de vehículos agrarios.
- Conducción de camiones de transporte.
- Conducción de helicópteros y situaciones de exposición equivalentes.
- Trabajo sobre compactadoras de cemento.

#### **2.4.4.7.3 CLASIFICACIÓN DE LAS OSCILACIONES**

Las oscilaciones pueden clasificarse según:

##### **1. La parte del cuerpo a la que afecten, en:**

- Vibraciones globales (afectan al cuerpo en su totalidad).
- Vibraciones parciales (afectan a subsistemas del cuerpo, las más conocidas son las vibraciones mano-brazo).

##### **2. Sus características físicas, en:**

- Vibraciones libres, periódicas, o sinusoidales, cuando no existen fuerzas externas que modifiquen la amplitud de las sucesivas ondas.
- Vibraciones no periódicas (choques).
- Vibraciones aleatorias, donde sí actúan dichas fuerzas.

##### **3. Su origen, en:**

- **Vibraciones producidas en procesos de transformación.**

Las interacciones producidas entre las piezas de la maquinaria y los elementos que van a ser transformados, generan choques repetidos que se traducen en vibraciones de materiales y estructuras, cuya transmisión se efectuará bien directamente, bien mediante medios de propagación adecuados. Como ejemplos más frecuentes, pueden citarse las originadas en prensas, tronzadoras, martillos neumáticos, y algunas herramientas manuales.

---

<sup>1</sup> GUIA PRACTICA para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. (REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo BOE nº 60, de 22 de marzo)

#### **2.4. HIPÓTESIS**

La aplicación de un estudio de ruido, iluminación y vibración que contemple legislación y normativa vigente, permitirá evidenciar los problemas músculo-esqueléticos y trastornos del oído como la hipoacusia y mejorar el ambiente

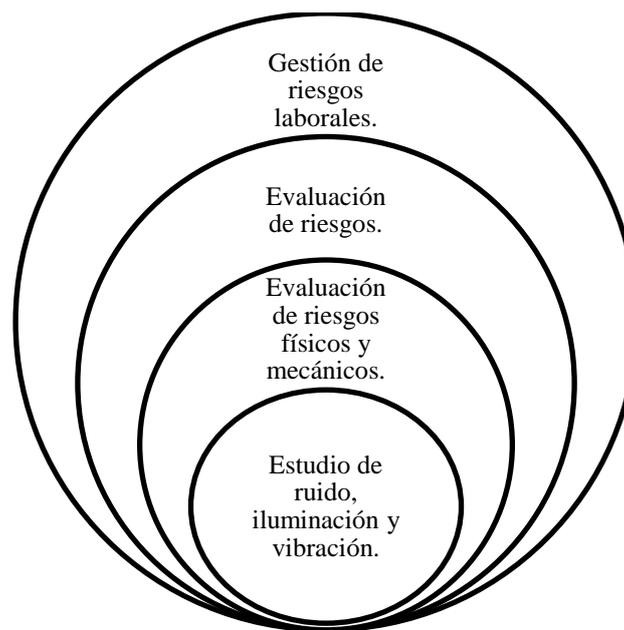
laboral de los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

## 2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

**Variable Independiente:** Estudio de ruido, iluminación y vibración.

**Variable Dependiente:** Mejora del ambiente laboral.

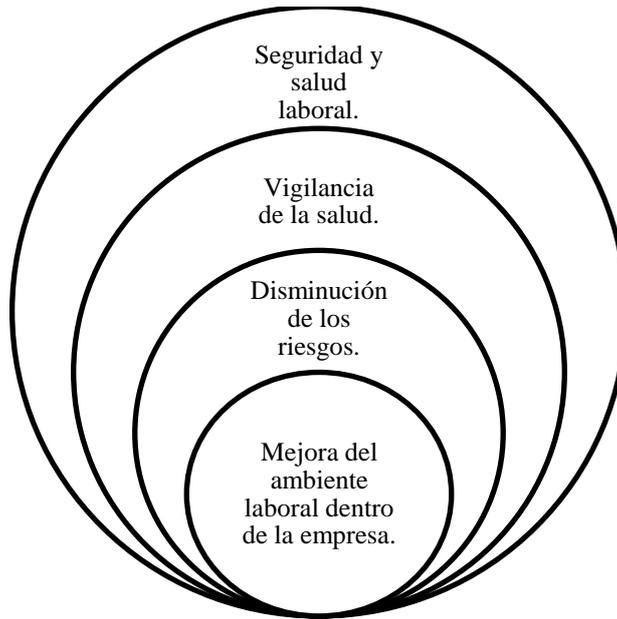
### 2.6.1 CATEGORIZACIÓN



### VARIABLE INDEPENDIENTE

**Figura 2. 30** Categorización de variable independiente.

**Fuente:** Autor.



**VARIABLE DEPENDIENTE**

**Figura 2. 31** Categorización de variable dependiente.

**Fuente:** Autor.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

El trabajo de investigación tiene un enfoque cualicuantitativo ya que está relacionado con técnicas acordes a los resultados del tema de investigación y recolección de información, en cambio en lo que concierne a factores de riesgos físicos daremos un enfoque cuantitativo, de acuerdo a las necesidades de dar un valor significativo para una mejor comprensión en los resultados.

##### **3.1.2. MODALIDAD**

La investigación seguirá las siguientes modalidades:

###### **POR EL LUGAR**

Se aplicará una investigación de campo, ya que se tomarán datos de ruido, iluminación y vibraciones, para mejora del ambiente laboral.

###### **POR EL OBJETIVO**

Se utilizó esta modalidad de investigación para aplicar los resultados a los diferentes problemas producidos por el ruido, la iluminación y las vibraciones.

#### **3.2. NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

El presente estudio tiene como modalidad la investigación de campo ya que de esta manera se tomará y recolectará datos, mismos que ayudaran para las respectivas evaluaciones de riesgo.

### **3.2.2. NIVEL DESCRIPTIVO**

Se adoptará un nivel descriptivo porque se necesita describir cada una de las actividades a evaluar.

### **3.2.3. NIVEL DE ASOCIACIÓN DE VARIABLES**

Se logrará un nivel de asociaciones de variables a través de los cuales se aplicara métodos y técnicas, que permitan medir el grado de relación entre el tema "Estudio de ruido, iluminación y vibraciones de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A", y los factores de riesgo, por lo tanto se podrá determinar tendencias en este tipo de investigación.

## **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población se sitúa en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

### **3.3.2. POBLACIÓN**

Se tomará en cuenta a todos los trabajadores expuestos a los factores riesgo involucrado con la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

### **3.3.2. MUESTRA**

Se tomará la información de las áreas más críticas de la población o universo para la dosimetría de ruido, y para las mediciones de vibraciones e iluminación, la muestra se considerara a toda la población.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIONES

CONCEPTO	CATEGORÍA DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
El estudio de ruido iluminación y vibraciones permitirá evaluar los riesgos físicos y mecánicos a los que está expuesto el trabajador, además prevendrá futuras enfermedades laborales.	-Estudio de ruido, iluminación y vibraciones.	-Enfermedades y lesiones profesionales. -Normativas de prevención de accidentes.	¿Se podrá aplicar las normativas para disminuir los accidentes?	-Observación directa. -Fichas de observación. -Sonómetro de clase 1. - Vibrómetro laboral Balmac's modelo 230. -Luxómetro Sper scientific 840022.
	Ambiente laboral.	-Evaluaciones de los riesgos. -Condiciones de riesgo expuestos por los trabajadores.	¿Es necesario realizar el estudio? ¿Existen condiciones de riesgo para los trabajadores? ¿Cuáles son los rangos permisibles?	-Observación directa. -Sonómetro de clase 1. -Vibrómetro laboral Balmac's modelo 230. -Luxómetro Sper scientific 840022.

**VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORA DEL AMBIENTE LABORAL**

CONCEPTO	CATEGORÍA DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
La mejora del ambiente laboral llevará consigo mayor responsabilidad por parte del personal, además de concienciar el valor de la seguridad y salud laboral.	Ambiente de trabajo.	-Normas y leyes de control de riesgos. -Daños, lesiones y enfermedades profesionales	¿Existe normas y leyes en el control de riesgos? ¿Existen índices de morbilidad?	-Observación directa. -Fichas de observación. -Datos estadísticos departamento médico.
	Mejora del ambiente laboral.	-Condiciones de trabajo en la empresa. -Técnicas y métodos de para desarrollar los trabajos.	¿Cuáles serán los actos y condiciones inseguras?	-Observación directa.

### **3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

La información del presente trabajo, consistirá en la obtención de los resultados arrojados por la identificación inicial de la matriz de riesgos.

### **3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.6.1. PROCESAMIENTO**

El Presente trabajo se ejecutará bajo las normas OSHA 18001 (2008) para dar cumplimiento al siguiente texto que menciona.

*El riesgo que causa daño a la salud y seguridad en el trabajo se debería identificar a lo largo del proceso de evaluación de riesgos de la organización y se debería controlar mediante la aplicación de medidas de control apropiadas a éste.*

Por tal motivo se seguirá los métodos adecuados, mismos que nos llevarán a hacer un análisis completo y conciso.

#### **3.6.1.1. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

De la norma OSHA 18001 (2008) describiremos los procesos de gestión de riesgos para mejora del ambiente laboral.

- Identificación del peligro por cambio en el estado de los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A utilizando estadísticos de enfermedades del departamento médico.

- **Estimación del riesgo:**

Se realizó una revisión crítica de la información usando una matriz cualitativa causa-efecto de triple consideración, recomendada por el Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador para identificar la actividad con exposición a más factores de riesgos. Y luego se identificará los factores de riesgo producidos por ruido, iluminación y vibración.

- **Valoración de riesgos:**

Se utilizará la guía de ruido, las NTP (Nota Técnica Preventiva) 638 y 017 para la evaluación por área y puesto de trabajo según lo amerite.

Se utilizará la guía de iluminación, para evaluación de iluminación por puesto y área de trabajo según convenga.

Se utilizará la guía técnica de vibraciones para evaluar las vibraciones producidas por las máquinas en cada área.

De la evaluación de ruido, iluminación y vibración por puestos de trabajo y por áreas de trabajo se obtendrá un ponderado de la exposición a los factores de riesgo considerados como incidentes en la aparición de enfermedades del trabajo.

- **Control**

Al final de acuerdo a los resultados en cuanto a: dosis de ruido, dosis de iluminación y dosis de vibración se desarrolló las medidas de control adecuado en un programa de prevención de enfermedades del trabajo usando formato de estructura recomendada por la legislación ecuatoriana y el instituto nacional de seguridad de higiene del trabajo de España, misma que constara de:

Desarrollo de la matriz de significación de accidentes.

Valoración de ruido, iluminación y vibraciones de la planta.

Determinación de los niveles de ruido en los trabajadores en las áreas más críticas

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Los resultados de la investigación se obtuvieron utilizando las normas:

-Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- NTP-017(Nota Técnica Preventiva) Para protectores auditivos.

- NTP-638(Nota Técnica Preventiva) Para estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.

-Real decreto 39/1997 Para la evaluación basada en la medición de los niveles de ruido al que estén expuestos el trabajador.

-Real decreto 1215/1997 punto 1.17 Para disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los equipos de trabajo en las que implique ruido y vibraciones.

- Norma ISO 5349-2 (1986) o ANSI S3.34-1986 y UNE-EN 28662 vibración de cuerpo entero (VCC).

-Anexo B de la norma UNE EN 538949-1:2002 sobre los efectos de las vibraciones sobre la salud transmitidas por la mano (VMB).

-Módulo 3 De las Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene industrial U.D. 3.11 Para radiaciones ópticas.

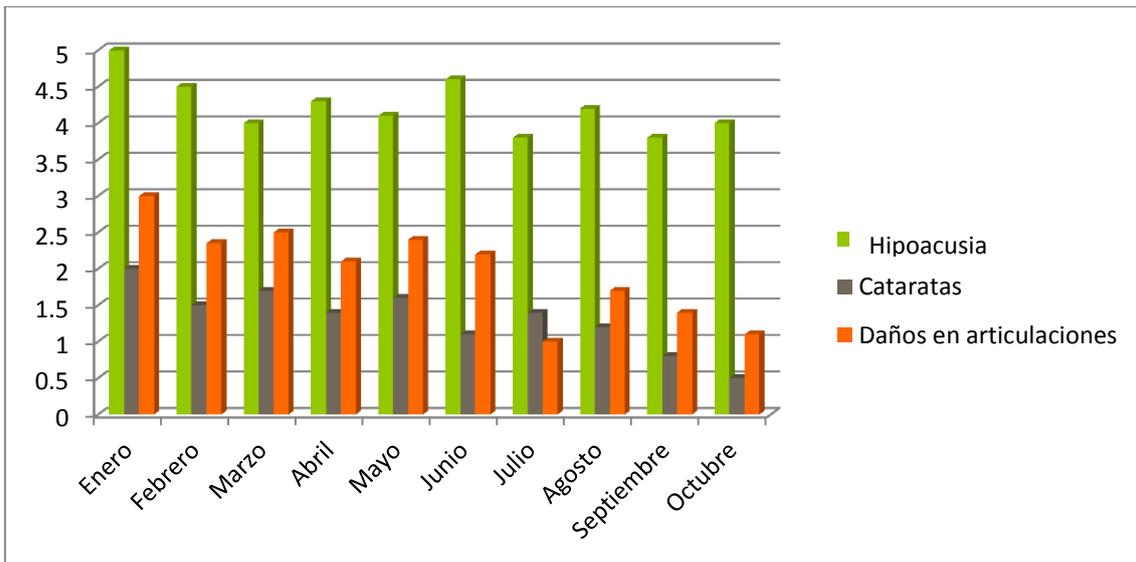
-Norma IEC 651–1979, IEC 804–1985 y ANSI S 1.4–1983.

A continuación se detallan las tablas y valores arrojados de cada puesto de trabajo consideradas como áreas de mayor riesgo.

#### 4.1.1. RESULTADOS

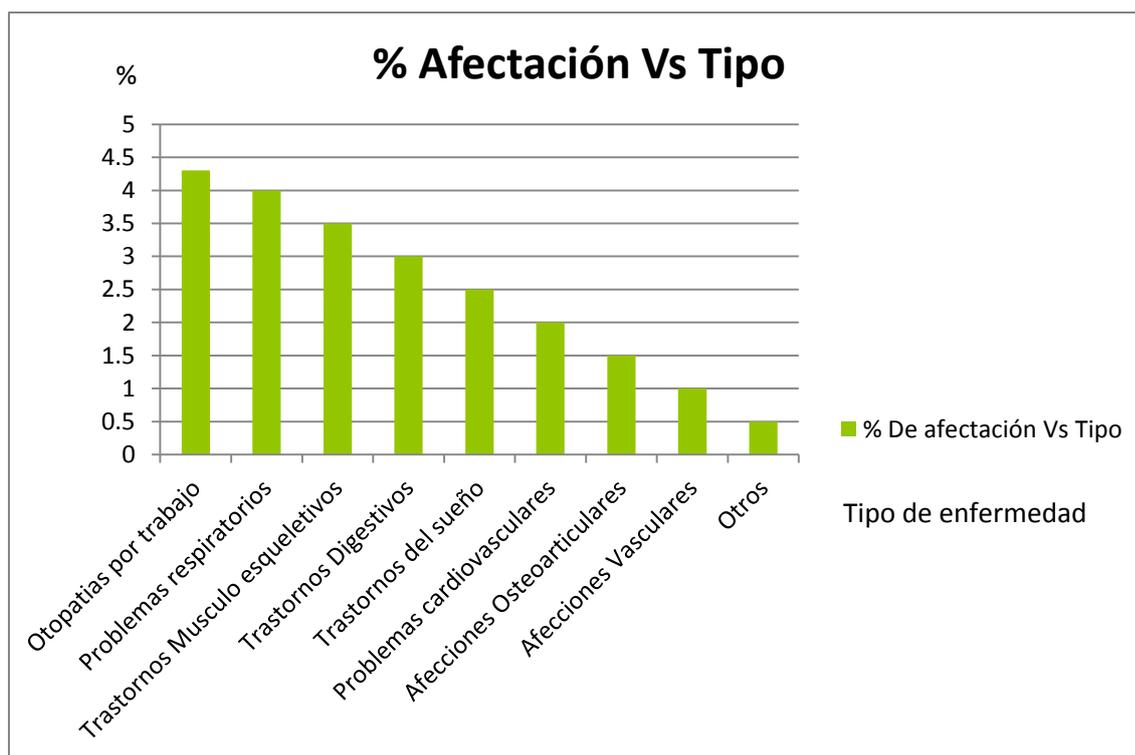
#### 4.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO POR PRESENCIA DE ENFERMEDADES

El método utilizado se basó en ordenar los registros por presencia de enfermedades causadas por la exposición al ruido, iluminación y vibraciones proporcionados por el departamento médico de AGROCUEROS S.A, para identificar cuál de ellos es el más recurrente.



**Figura 4. 1** Enfermedades de trabajo INSHT.

**Fuente:** Departamento médico AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.



**Figura 4. 2** Porcentaje de afectación VS. Tipo de enfermedades

**Fuente:** Autor

Según esta gráfica el porcentaje de otopatías por trabajo tiene mayor presencia en los trabajadores de la zona húmeda, zona de corte, máquina divididora, zona de extrusión, sierra circular.

#### **4.1.3. ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO USANDO LA MATRIZ PROBABILIDAD GRAVEDAD Y VULNERABILIDAD (PG.)**

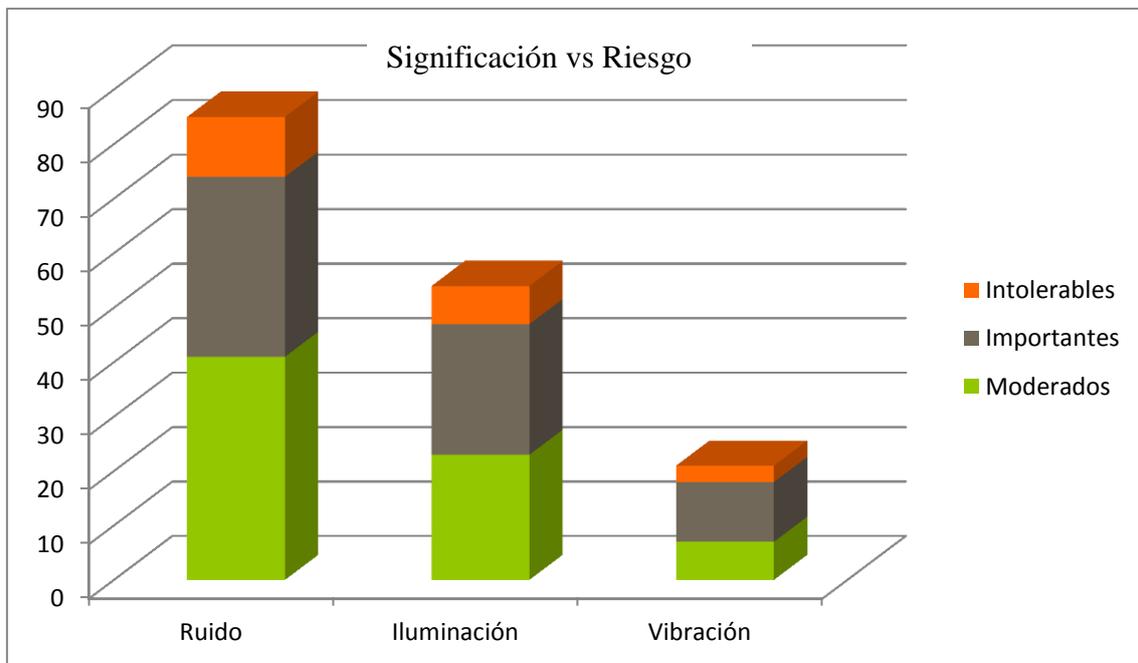
Se aplica la matriz triple efecto utilizada por el Ministerio de Relaciones Laborales (ver pagina 152), para identificar los riesgos de mayor significación. Obteniendo la priorización de los factores de riesgo como se muestra a continuación:

FACTOR DE RIESGO	INTERACCIONES			TOTAL
	MODERADOS	IMPORTANTES	INTOLERABLES	
<b>RUIDO</b>	41	33	6	80
<b>ILUMINACIÓN</b>	23	24	7	54
<b>VIBRACIÓN</b>	7	11	3	21
<b>TOTALES</b>	71	68	16	155

**Tabla 4. 1** Estimación de los factores de riesgo.

**Fuente:** Autor.

De los resultados de la matriz de riesgos PGV (Probabilidad, Gravedad, Vulnerabilidad) como se observa la figura 4.3 todos los factores de riesgo analizados tienen presencia de factores intolerables a excepción de los biológicos y accidente mayor que tienen presencia solo de tolerables, por lo que este estudio será necesario para atenuar el riesgo.



**Figura 4. 3** Significación de factores de riesgo.

**Fuente:** Autor.

De los resultados de la significación de riesgos según la matriz PGV de todas las actividades realizadas en AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A se observa que el factor de riesgo con mayor número de interacciones entre: intolerables, importantes y moderados son los factores mecánicos con 80.

Y para la aparición de los trastornos músculos esqueléticos en los trabajadores son los riesgos físicos y mecánicos con 105 interacciones de las cuales 49 son moderadas, 36 importantes y 20 intolerables por lo que es necesario actuación inmediata.

#### **4.1.4 EVALUACIONES**

Se procederá a evaluar al trabajador en las áreas de mayor riesgo de exposición al ruido, iluminación y vibración en base a las normas ISO 9613 (Ruido), ISO 5349-2631

(Vibraciones VMB- VCC), ISO/TR 7708: 1983 y NTP 322, 601); guía técnica de iluminación.

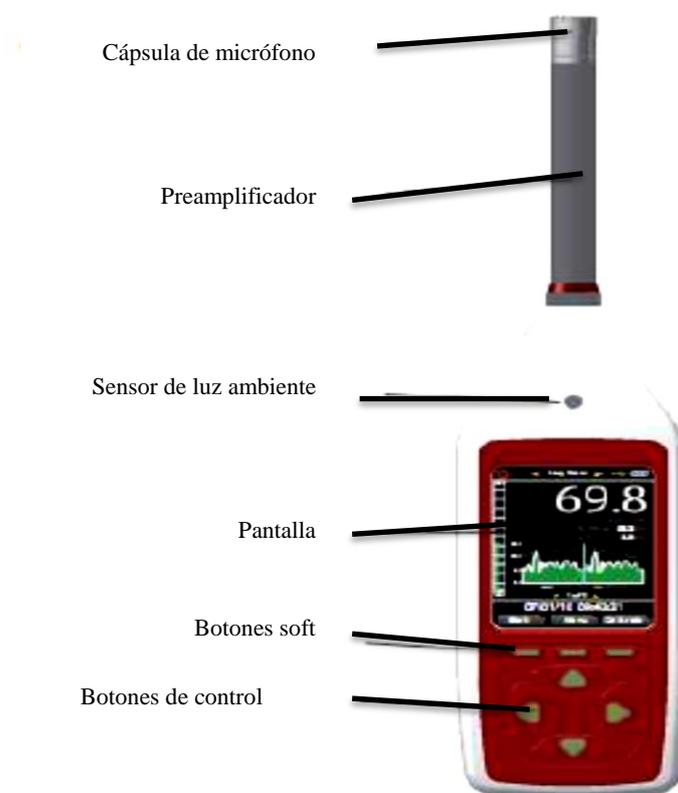
#### 4.1.5. EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AL RUIDO

##### 4.1.5.1. SONOMETRÍA

De acuerdo con lo establecido en el citado Real Decreto (R.D) 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, la evaluación de la exposición del ruido se realizará a partir de la determinación, para cada puesto de trabajo, del valor del LAeq,d o el valor de Lpico.

Los datos a tomar se lo harán con un sonómetro integrador promediador que cumpla con las normas de CEI-804 para el tipo 2.

La evaluación sonométrica se la realizó con el sonómetro OPTIMUS-RED (CR: 162C).



**Figura 4. 4** Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista frontal.

**Fuente:** UM-Optimus-CR-162C-ES



**Figura 4. 5** Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista posterior y lateral

**Fuente:** UM-Optimus-CR-162C-ES



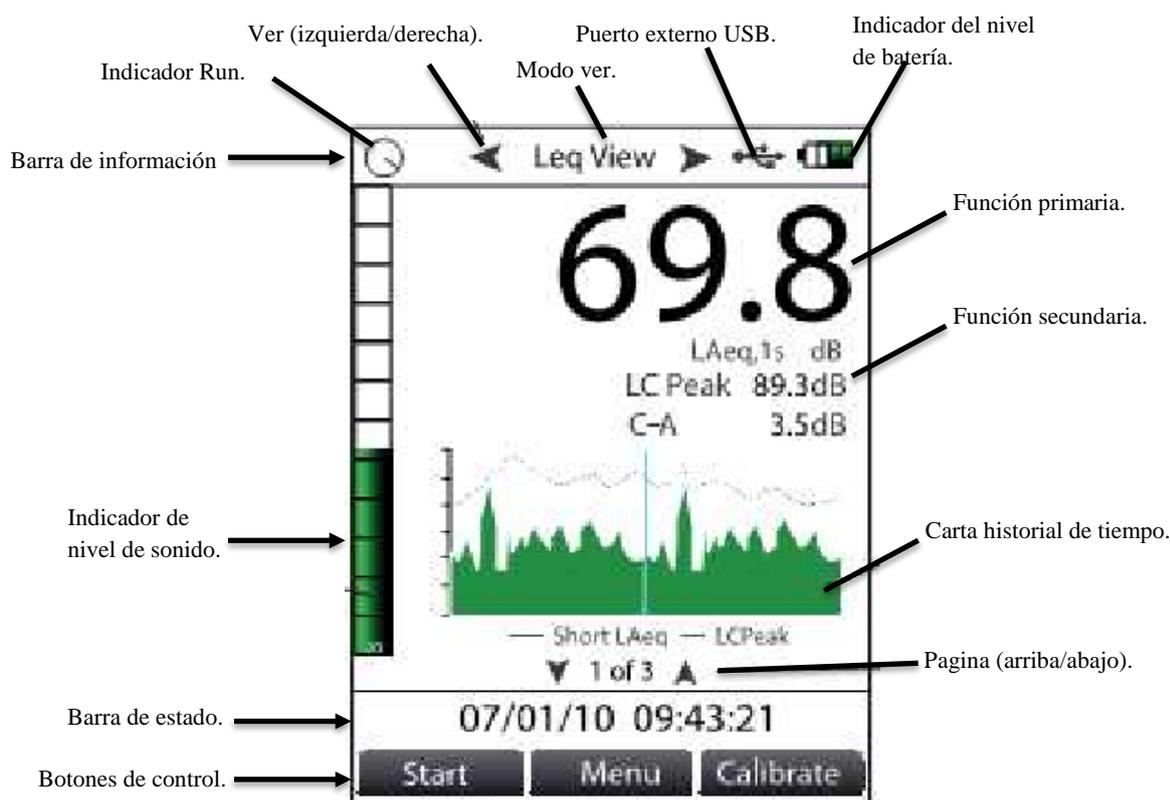
**Figura 4. 6** Partes del Sonómetro Optimus Red (CR:162C)-vista inferior.

**Fuente:** UM-Optimus-CR-162C-ES.

#### 4.1.5.1. PASOS ARA EL MANEJO DEL SONÓMETRO

**On/Off:** Al presionar este botón se enciende el lector del sonómetro y para apagarlo, basta con tenerlo presionado unos minutos.

**Display:** En la pantalla se mostrara todos los datos concernientes a la toma de datos, tal como se ve en la figura 4.7



**Figura 4. 7** Información del display mostrada en el sonómetro

**Fuente:** UM-Optimus-CR-162C-ES.

**Botón de inicio:** Este botón permite iniciar la medición, al presionar este botón se activara una señal en forma de reloj rojo parpadeante sobre la parte superior izquierda del display indicándonos que se esta ejecutando la toma de datos.

**Botón de menu:** Este botón permite navegar por las opciones del sonómetro.

**Botón de calibrar:** Al presionar el botón se podrá calibrar de manera precisa el sonómetro para cada partida de datos.,

**Conector USB:** La conexión USB permitirá la descarga de datos desde el sonómetro hacia cualquier computador que tenga instalado previamente el programa Noise Tools.

**Capsula de micrófono:** Es la encargada de recibir el sonido, además es aquí donde se aloja el pistófono para la calibración respectiva.

#### **4.1.5.1.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RUIDO**

La jornada de trabajo se evaluó en un período de 8 horas diarias, los datos tomados de ruido estable se los tomara en un periodo de 5 minutos con 4 muestras. Para la toma de datos en ruido fluctuante se las hará en un tiempo máximo de 10 minutos y toma de 5 muestras.

Las mediciones para el levantamiento del plano de ruido se la realizó cada 1.5m. A continuación se detallan los pasos a seguir para la medición.

- 1.- Presionar el botón de On/Off para encender el instrumento.
- 2.-Chequear el reloj Revisar si la hora y fecha mostradas son las correctas.
- 3.-Seleccionar vista del Nivel de Presión Sonora. Usar las flechas Izquierda y Derecha para seleccionar la vista del Nivel de Presión Sonora. El instrumento mostrará el Nivel de Presión Sonora (por ejemplo, LAF).
- 4.-Chequear la ponderación temporal. Revisar si la ponderación temporal es la requerida. El instrumento mostrará LAf para ponderación rápida, LAS para ponderación lenta y LAi para ponderación impulsiva.
- 5.-Calibrar el Instrumento: Inserte el Calibrador Acústico en el micrófono del instrumento y presione el botón de Calibración. Espere a que la calibración se complete y presione OK.
- 6.-Iniciar la medición: Presione el botón start para iniciar la medición.
- 7.-Tomar los datos de cada área de trabajo.

**Figura 4. 8** Toma de datos de la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 9** Toma de datos en la máquina dividorora.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 10** Toma de datos en zona de sierra circular.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 11** Toma de datos en la zona de quemadores.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 12** Toma de datos en el área de empaque.

**Fuente:** Autor

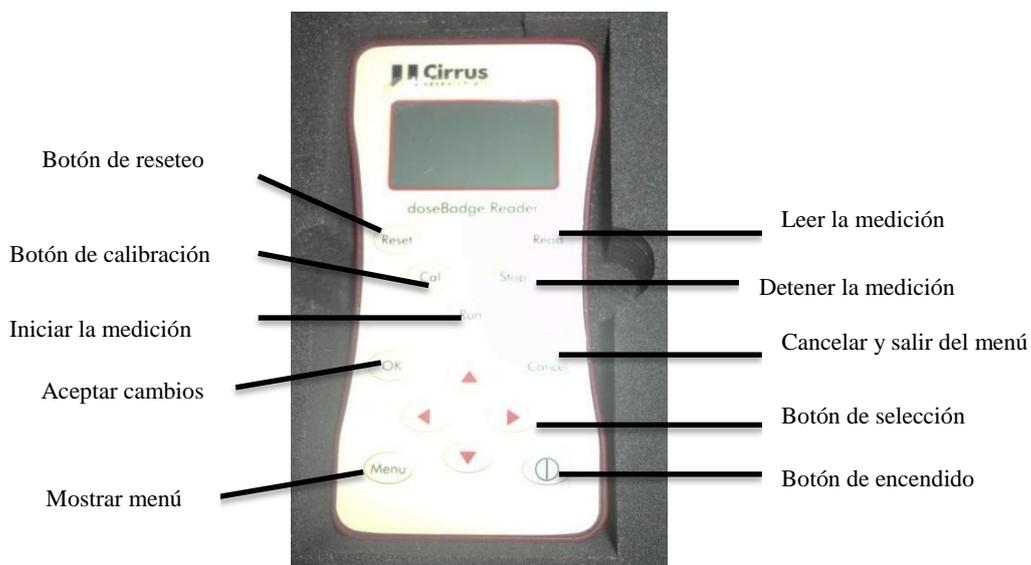


**Nota:**

Las mediciones se las realizó en una jornada de trabajo de mayor intensidad y con presencia de los trabajadores.

**4.1.5.2. DOSIMETRÍA**

Para la dosimetría, se la realizó con el dosímetro Dosebadge, que consta de las siguientes partes.



**Figura 4. 13** Esquema del Dosímetro Cirrus Research plc (Dosebadge CR: 100B).

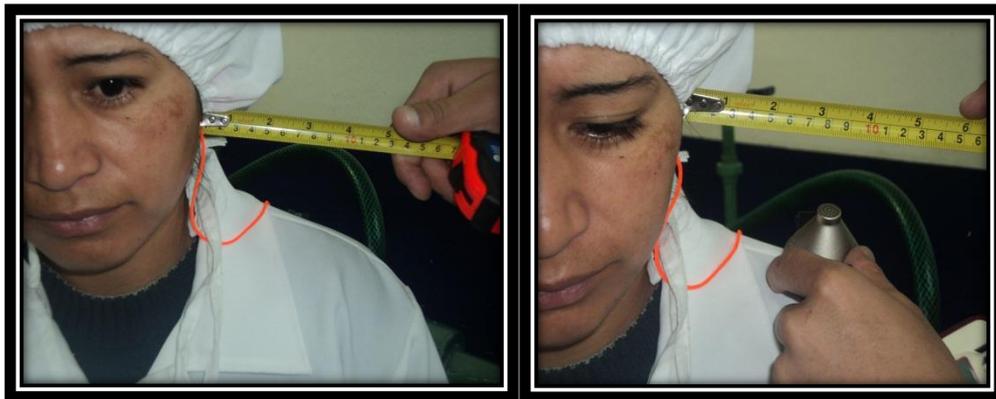
**Fuente:** [www.ruidoambientalyocupacional.com/productos/dosimetros\\_dosebadge.php](http://www.ruidoambientalyocupacional.com/productos/dosimetros_dosebadge.php)

#### 4.1.5.2.1. PASOS PARA EL MANEJO DEL DOSÍMETRO

- **Power:** Al presionar este botón enciende y apaga el lector. El lector se apaga automáticamente después de 2 minutos de inactividad.
- **Reset:** Este botón al ser presionado resetea el doseBadge en la posición de calibración. Toda la información en el doseBadge es borrada.
- **Cal:** Este botón al ser pulsado calibra el doseBadge usando el calibrador acústico interno. Esta tecla es también usada para la segunda calibración de chequeo de ser necesaria.
- **Run:** Al presionar este botón inicia la medición del doseBadge.
- **Stop:** Este botón detiene la medición del doseBadge.
- **Read:** Al presionar este botón baja la información de medición del doseBadge a la unidad lectora por medio del sistema de comunicación infrarrojo.
- **OK:** Al presionar el botón acepta el ingreso de datos o confirma las opciones del menú.
- **Menú:** Al pulsar este botón se muestra las opciones del menú.
- **Cancel:** Al presionar el botón cancel se cancela los cambios y sale de las opciones del menú.
- **Flechas:** La opción de las flechas permiten al usuario desplazarse a través de los menús y la información en la pantalla.

#### 4.1.5.2.2. PROCEDIMIENTO PARA LA DOSIMETRÍA

- 1.-Encender el dosímetro.
- 2.- Ubicar el DoseBadge en el calibrador acústico para reseteo, calibración y ajuste de tiempo. Este procedimiento es necesario ya que esto permitirá la conexión adecuada entre ambos instrumentos. Durante el reseteo toda la información contenida en el doseBadge será borrada y eliminada. Durante la calibración habrá un tiempo durante el cual el instrumento se calibrara para su uso y está mostrara en la pantalla su calibración correcta.
- 3.-Retirar el DoseBadge del calibrador acústico una vez finalizado el reseteo y la calibración.
- 4.-Conectar la correa de sujeción para la ubicación respectiva en el hombro.
- 5.-Ubicar el DoseBadge a 10cm de distancia del oído que este más próximo a la fuente de ruido como se indica en la imagen.



**Figura 4. 14** Procedimiento de medición.

**Fuente:** Autor.

6.-Hacer correr el Dosebadge luego de haber instalado el dispositivo en el hombro, al momento de correr el dosímetro, se encenderá una luz azul indicadora de color azul.



**Figura 4. 15** Procedimiento de arranque para toma de datos.

**Fuente:** Autor.

7.-Para detener el la adquisición de datos del dosímetro una vez finalizado la jornada de trabajo, se debe acercar el mando al dosímetro y presionar el botón de **STOP**.



**Figura 4. 16** Procedimiento de parada de toma de datos del dosímetro.

**Fuente:** Autor.

8.-Luego de retirado el doseBadge del hombro de la persona a analizar se debe ubicarlo nuevamente en el dosímetro en el alojamiento de calibración.

9.-Descargar los datos tomados por el doseBadge durante su jornada de trabajo presionando el botón **READ**.

10.-Conectar el cable USB a su computador y descargar los datos del doseBadge a través del mismo programa dBlink 3.3 que facilita el dosímetro.

11.-Una vez descargados la información proporcionada por el dosímetro en el computador, se deben guardar de manera que estos no se pierdan.

A continuación se muestra la tabla 4.2 para análisis de evaluación de ruido

	<b><math>L_{Aeq,d} &gt; 90\text{dBA}</math></b> <b><math>L_{Max} &gt; 140</math></b>	<b><math>L_{Aeq,d} &gt; 85\text{dBA}</math></b>	<b><math>L_{Aeq,d} &gt; 80\text{dBA}</math></b>
<b>Evaluación inicial</b>	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
<b>Programa de medidas técnicas y organizativas</b>	Obligatorio	Recomendado	Aconsejable
<b>Evaluación de la exposición</b>	Cada año	Cada año	Cada tres años
<b>Revisión médica de la función auditiva</b>	Cada año	Cada tres años	Cada cinco años
<b>Equipos de protección Individual</b>	Uso obligatorio	Suministro Obligatorio	Suministro a demanda
<b>Restricción de acceso</b>	Si	No	No
<b>Comunicación</b>	Trabajadores afectados, representantes de los trabajadores y órganos internos componentes en la PRL		
<b>Registro y archivo</b>	Durante al menos treinta días		

**Tabla 4. 2** Análisis de evaluación de ruido.

**Fuente:** Real decreto 1316.

**Notas:**

- Se recomienda que luego de cada uso, los dispositivos sean cargados en su totalidad.
- Ubicar el dispositivo en cada una de las áreas de mayor riesgo de ruido, podrá ayudarse en base del mapa de ruido.

**4.1.5.3. CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO**

**a.) Nivel de presión continuo equivalente ( $L_{AeqT}$ ).**

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (2.3)

**Ejemplo**

Cálculo de ruido zona húmeda

Datos

$$L_{AeqT,m1} = 87$$

$$L_{AeqT,m2} = 86$$

$$L_{AeqT,m3} = 85.5$$

$$L_{AeqT,m4} = 85.7$$

$$L_{AeqT,m5} = 85$$

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0,1 * L_{AeqT,m}} \right] dB(A)$$

$$L_{Aeq(T)} = 85.893 \text{ dB(A)}$$

**b.) Nivel diario equivalente**

El valor del nivel diario equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (2.4).

$$L_{Aeq(d)} = L_{AeqT} + 10 \log \frac{T}{8}$$

$$L_{Aeq(d)} = 85 \text{ dB(A)}$$

### c.) Tipo de ruido

Se calcula mediante la diferencia entre el valor máx y mín cuyo valor es  $\leq 5$  continuo y  $>5$  es fluctuante.

$$TR = V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}$$

$$TR = 85.89 - 85$$

$$TR = 0.89$$

$0,1 < 5 =$  ruido constante o estable.

### d.) Tiempo de exposición permitido

Este valor se obtiene mediante el Tabla 2.7 con el valor de nivel de presión continuo equivalente.

$$85.89 \approx 86 \text{ dB}$$

$$TEP = 8 \text{ horas}$$

### e.) Cálculo para la dosis permitida

El valor de la dosis permitida se calcula mediante la expresión (2.8)

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_n}{T_n}$$

$$D = 4$$

### f.) Evaluación de Riesgo

➤ Si la dosis es:

**D < 1** Se determina riesgo Tolerable

**D > 1** Existe riesgo Intolerable

El riesgo es intolerable a causa de que el tiempo de exposición es mayor el permitido.

➤ Si los niveles de exposición diaria son:

$$85 \geq VA \leq 87$$

VA = Valor de Acción

$$VL > 87$$

VL= Valor Límite

$L_{Aeq(d)} = 85 \text{ dB(A)} = \text{Valor de acción}$

#### **4.1.5.4. NOMENCLATURA UTILIZADA EN LAS TABLAS DE SONOMETRÍA**

**LAeq,T:** Nivel Equivalente de Presión Sonora.

**TER:** Tiempo de Exposición Real.

**TEP:** Tiempo de Exposición Permitido.

**LAeq,d:** Nivel Diario Equivalente.

**LAeq,S:** Nivel Equivalente de Presión Sonora semanal.

**VA:** Valor Acción de Exposición.

**VL:** Valor Límite de Exposición.

**D:** Dosis.

**DT:** Dosis Total.

**TP:** Tiempo permitido.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>		AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A										
<b>Procedimiento N°</b>		1										
<b>Tipo de procedimiento:</b>		Medición de ruido estable y fluctuante										
<b>Equipo de medición utilizado:</b>		Sonómetro integrador promediador										
<b>Características técnicas del equipo:</b>		Configuración en: OSHA HC & PEL, OSHA & ACGIH o MSHA HC & EC										
<b>N° de puestos:</b>		6										
<b>Nivel de ubicación</b>		0.00										
Fuente	L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,T</sub>	Tiempo real de exposición (TRE)	Tiempo de exposición permitido (TEP)	Dosis(D)	Dosis Total(DT)	L <sub>Aeq,S</sub>	Tipo de ruido	Riesgo		Evaluación	
									Tolerable <1	Intolerable >1	85 >= VA <= 87	VL > 87
Zona húmeda	87	87	8	5.04	1.587	1.587	85.893	C	Intolerable	Acción		
	86	86	8	6.35	1.260			C	Intolerable	Acción		
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción		
	85.7	85.7	8	6.81	1.176			C	Intolerable	Acción		
	85	85	8	8.00	1.000			C	Intolerable	Acción		
Máquina	87.9	87.9	8	4.09	1.954			C	Intolerable	Acción		
	88.1	88.1	8	3.91	2.047			C	Intolerable	Acción		

Divididora	86.4	86.4	8	5.79	1.382	2.047	87.391	C	Intolerable	Acción
	86.7	86.7	8	5.40	1.481			C	Intolerable	Acción
	87.6	87.6	8	4.39	1.823			C	Intolerable	Acción
Máquina extrusora	85.8	86.7	8	40.32	0.198	1.414	85.541	C	Tolerable	Acción
	86.5	86.5	8	5.66	1.414			C	Intolerable	Acción
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción
	85.1	85.1	8	7.82	1.023			C	Intolerable	Acción
	87.8	87.8	8	4.19	1.910			C	Intolerable	Acción
Zona de armado	86.5	86.5	8	5.66	1.414	1.587	85.751	C	Intolerable	Acción
	87	87	8	5.04	1.587			C	Intolerable	Acción
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción
	84.7	84.7	8	8.57	0.933			C	Intolerable	Acción
	84.5	84.5	8	8.98	0.891			C	Tolerable	Acción
Zona de quemadores	85.5	85.5	8	7.13	1.122	1.587	85.950	C	Intolerable	Acción
	87	87	8	5.04	1.587			C	Intolerable	Acción
	84.7	84.7	8	8.57	0.933			C	Tolerable	Acción
	85.8	85.8	8	6.65	1.203			C	Intolerable	Acción
	86.4	86.4	8	5.79	1.382			C	Intolerable	Acción
Zona de sierra circular	94.1	94.1	8	0.98	8.187	8.187	91.988	C	Intolerable	Acción
	91.4	91.4	8	1.82	4.387			C	Intolerable	Acción
	92.9	92.9	8	1.29	6.205			C	Intolerable	Acción
	90.2	90.2	8	2.41	3.325			C	Intolerable	Acción
	89.8	89.8	8	2.64	3.031			C	Intolerable	Acción

**Tabla 4. 3** Resultados de sonometría Nivel 1.

**Fuente:** Autor.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A
<b>Procedimiento N°</b>	1
<b>Tipo de procedimiento:</b>	Medición de ruido estable y fluctuante
<b>Equipo de medición utilizado:</b>	Sonómetro integrador promediador
<b>Características técnicas del equipo:</b>	Configuración en: OSHA HC & PEL, OSHA & ACGIH o MSHA HC & EC
<b>N° de puestos:</b>	1
<b>Nivel de ubicación</b>	2.50

Fuente	L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,T</sub>	Tiempo Real de Exposición(TRE)	Tiempo de exposición Permitido (TEP)	Dosis(D)	Dosis Total(DT)	L <sub>Aeq,S</sub>	Tipo de ruido	Riesgo		Evaluación	
									Tolerable<1	Intolerable>1	85>=VA<=87	VL>87
Zona de recuperación	86.2	86.2	8	6.06	1.320	1.320	85.700	C	Intolerable	Acción		
	86	86	8	6.35	1.260			C	Intolerable	Acción		
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción		
	86.2	86.2	8	6.06	1.320			C	Intolerable	Acción		
	85	85	8	8.00	1.000			C	Tolerable	Acción		

Zona de cortes	86.5	86.5	8	5.66	1.414	1.414	85.274	C	Intolerable	Acción
	86	86	8	6.35	1.260			C	Intolerable	Acción
	84	84	8	10.08	0.794			C	Tolerable	Acción
	84.3	84.3	8	9.40	0.851			C	Tolerable	Acción
	84	84	8	10.08	0.794			C	Tolerable	Acción
Zona de corte de tejos	85.9	85.9	8	48.50	0.165	1.782	86.191	C	Tolerable	Acción
	86.5	86.5	8	5.66	1.414			C	Intolerable	Acción
	87.5	87.5	8	4.49	1.782			C	Intolerable	Acción
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción
	87.8	87.8	8	4.19	1.910			C	Intolerable	Acción
Zona de armado	86.4	86.4	8	5.79	1.382	1.414	85.998	C	Intolerable	Acción
	86.3	86.3	8	5.92	1.350			C	Intolerable	Acción
	86.5	86.5	8	5.66	1.414			C	Intolerable	Acción
	85.5	85.5	8	7.13	1.122			C	Intolerable	Acción
	84.5	84.5	8	8.98	0.891			C	Tolerable	Acción
Zona de quemadores	87.5	87.5	8	4.49	1.782	1.782	86.784	C	Intolerable	Acción
	86.1	86.1	8	6.20	1.289			C	Intolerable	Acción
	87	87	8	5.04	1.587			C	Intolerable	Acción
	84.7	84.7	8	8.57	0.933			C	Tolerable	Acción
	86.4	86.4	8	5.79	1.382			C	Intolerable	Acción

**Tabla 4. 4** Resultados de sonometría Nivel 2.

**Fuente:** Autor.

**NOTAS:**

-Luego de la adquisición de datos de ruido se procederá a realizar el mapa de ruido de todas las áreas de la planta sometidas a estudio. Ver pág. 153,154 y 155.

-Luego de los resultado obtenidos de las mediciones de ruido con el sonómetro y realizado el mapa de ruido, se procedió a realizar las mediciones de dosimetría.

**4.1.5.5.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS PARA LA DOSIMETRÍA**

**Tic:** Tiempo de inicio de secuencia.

**TD:** Tiempo de duración.

**Lex:** Nivel de exposición a jornada de 8 horas.

**LAeq,T:** Nivel Equivalente de Presión Sonora.

**TER:** Tiempo de Exposición Real.

**TEP:** Tiempo de Exposición Permitido.

**LAeq,d:** Nivel Diario Equivalente.

**VA:** Valor Acción de Exposición.

**VL:** Valor Límite de Exposición.

**TC:** Tiempo de Criterio.

**NC:** Nivel de Criterio.

.

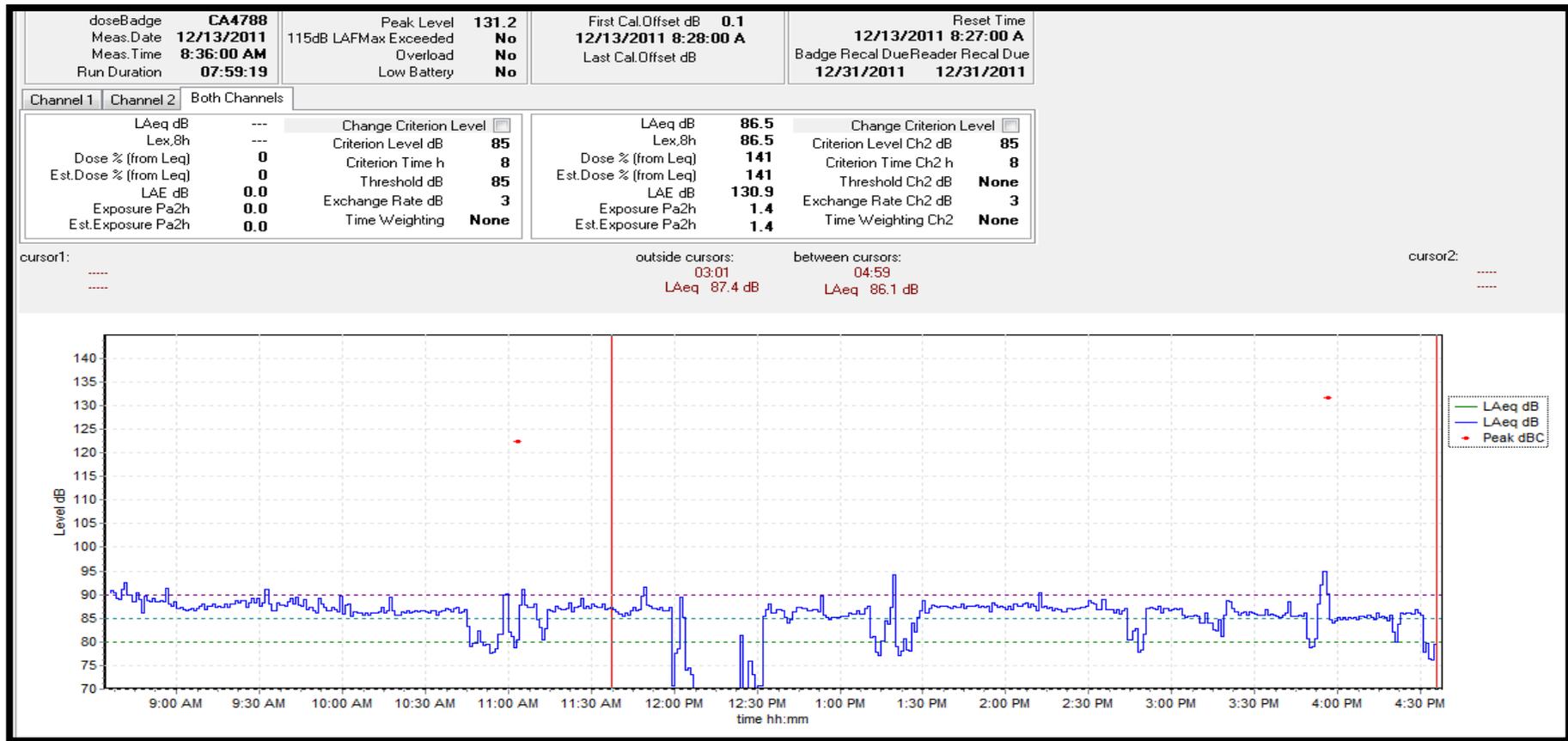
#### 4.1.5.5.2. TABLAS DE DOSIMETRÍA

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>													
<b>Nombre de la empresa:</b>		AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A											
<b>Procedimiento N°</b>		1											
<b>Tipo de procedimiento:</b>		Medición de ruido por persona											
<b>Equipo de medición utilizado:</b>		Dosímetro											
<b>Características del equipo:</b>													
<b>N° de puestos:</b>		1											
<b>Nivel de ubicación</b>		0.00											
Fuente	Serie del Dose Badge	TC	Tic	TD	NC	L <sub>Aeq,T</sub> (dB)	L <sub>ex</sub> (dB)	TEP	Tipo de ruido	Riesgo		Evaluación	
										Tolerable <1	Intolerable >1	85>=V/A<=87	VL>87
Zona húmeda	CA 4688	8	08:12	08:21:28	85	89.8	90.0	2.64	C	Intolerable		Acción	

Máquina divididora	CA 4647	8	08:32	08:02:26	85	88.5	88.6	3.56	C	Intolerable	Acción
Máquina extrusora	CA 4646	8	08:32	08:00:56	85	92.3	92.3	1.48	C	Intolerable	Acción
Zona de armado	CA 4647	8	08:36	08:02:25	85	86.5	86.5	5.66	C	Intolerable	Acción
Zona de sierra circular	CA 4783	8	08:32	08:00:16	85	92.3	92.3	1.48	C	Intolerable	Acción
Zona de corte de rejos	CA 4788	8	08:36	07:59:19	85	86.5	86.5	5.66	C	Intolerable	Acción
Zona de empaque	CA 4646	8	08:53	07:32	85	77.4	77.4	46.31	C	Intolerable	Acción

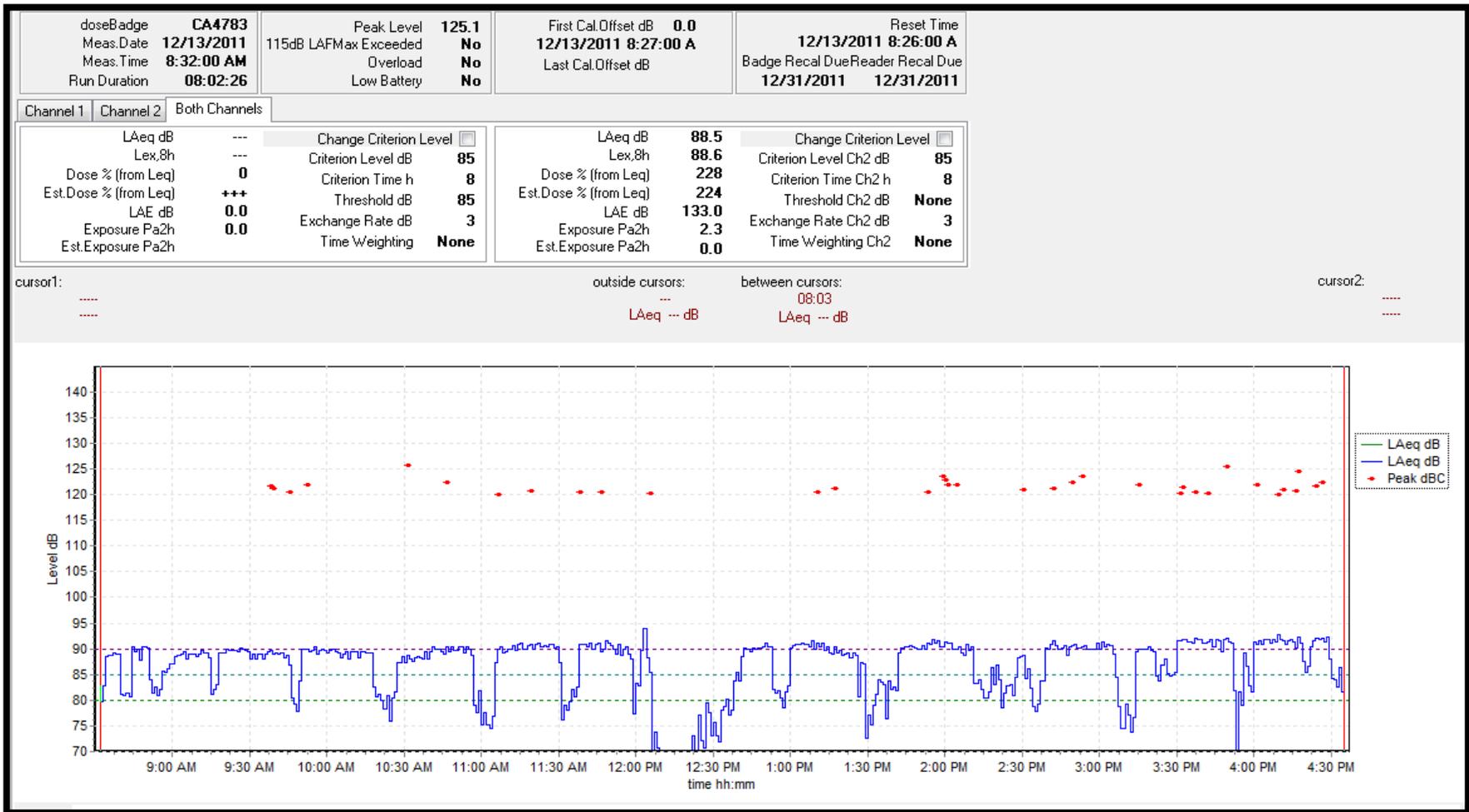
**Tabla 4. 5** Resultados de dosimetría Nivel 2.

**Fuente:** Autor.



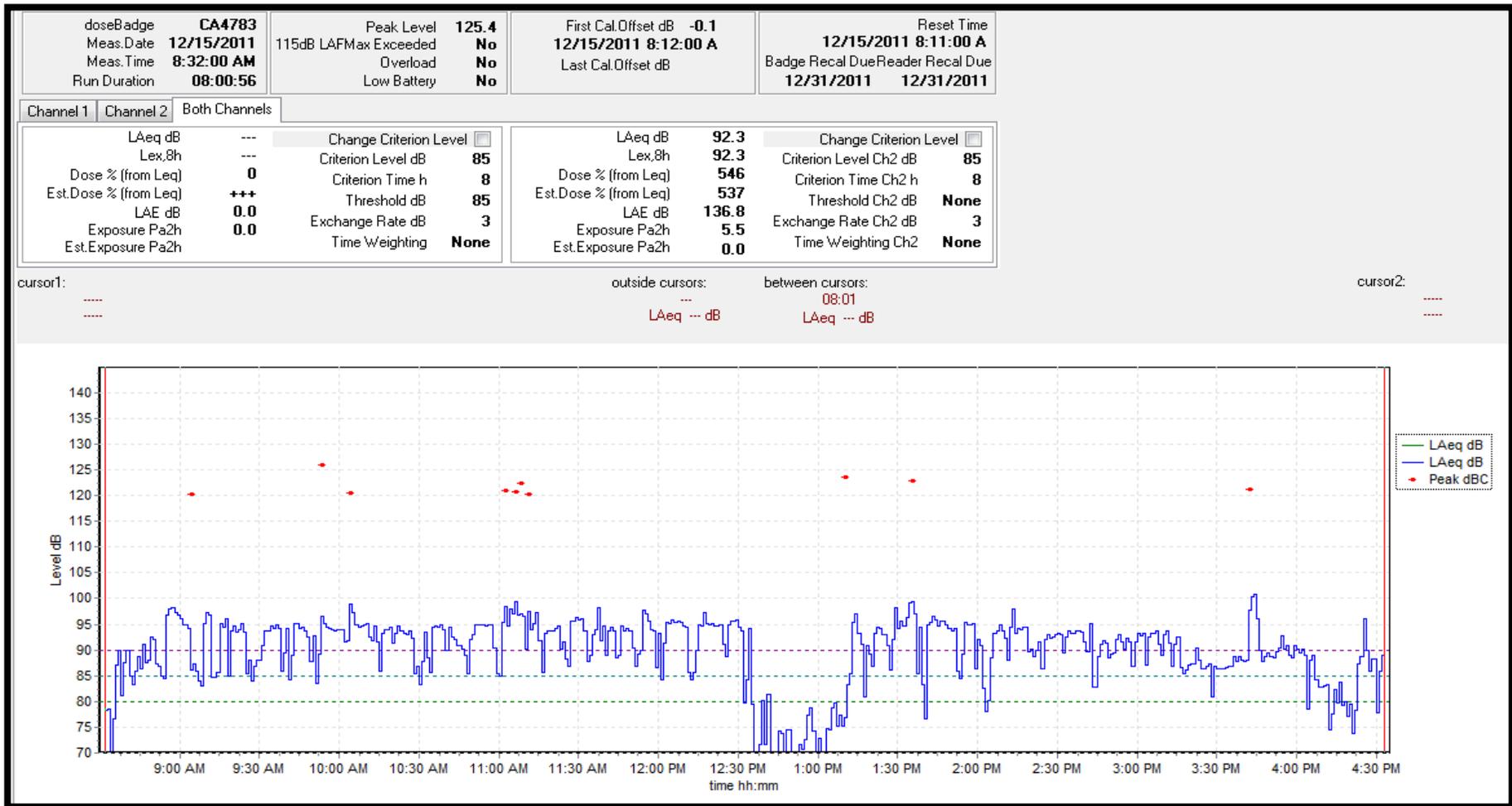
**Tabla 4. 6** Tabla de dosimetría para corte de rejos.

**Fuente:** Autor.



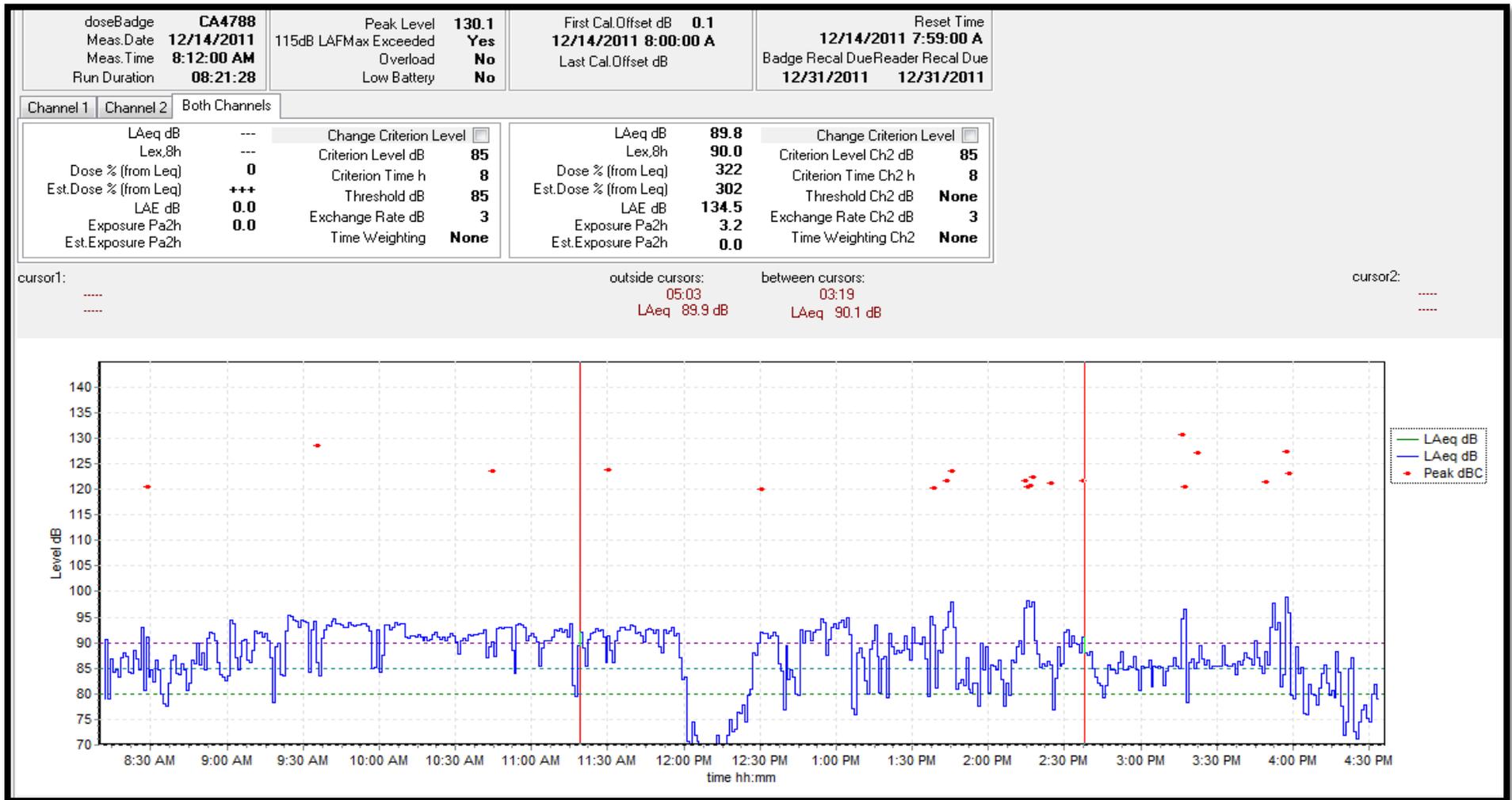
**Tabla 4. 7** Tabla de dosimetría para máquina divididora.

**Fuente:** Autor.



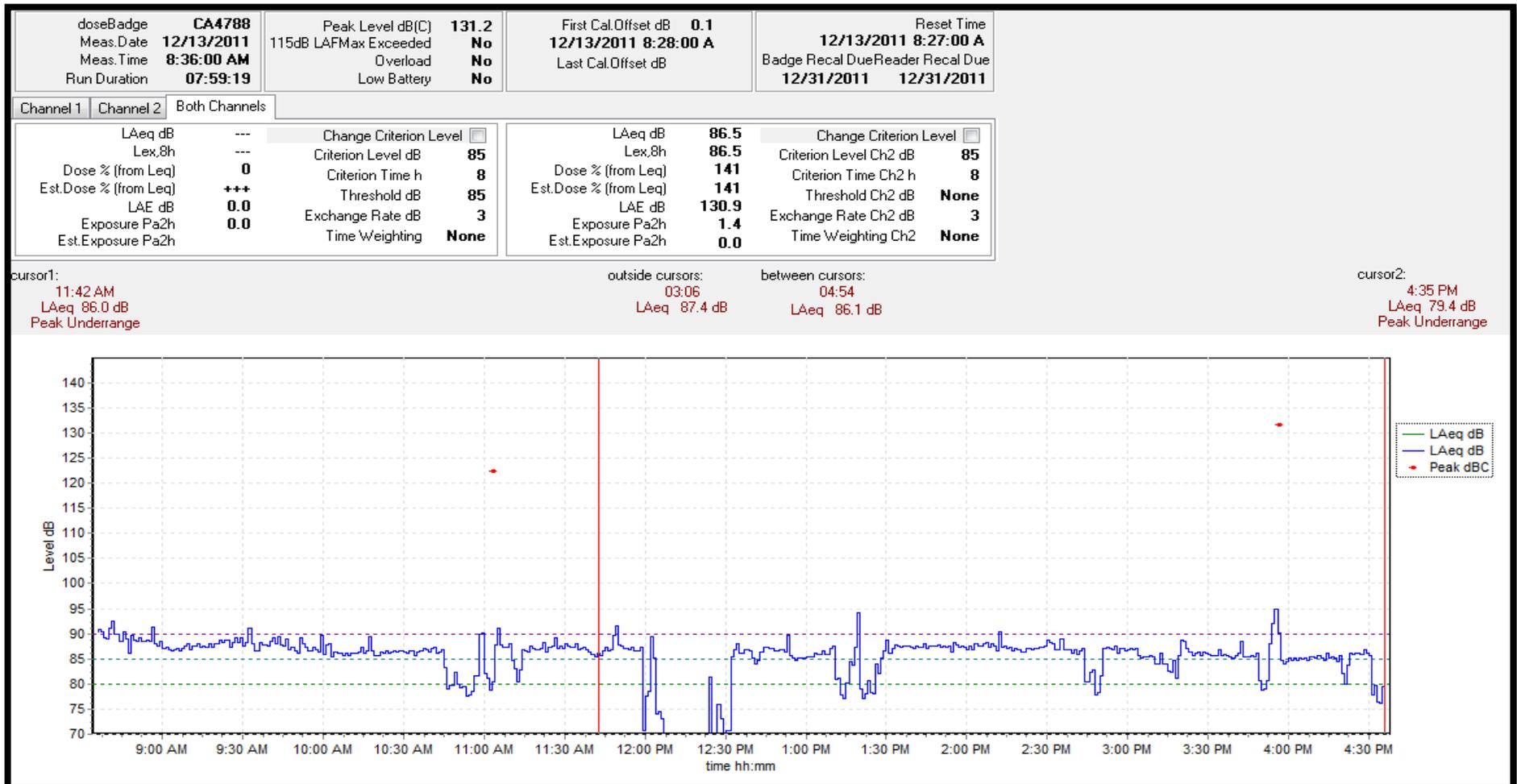
**Tabla 4. 8** Tabla de dosimetría para máquina extrusora.

**Fuente:** Autor.



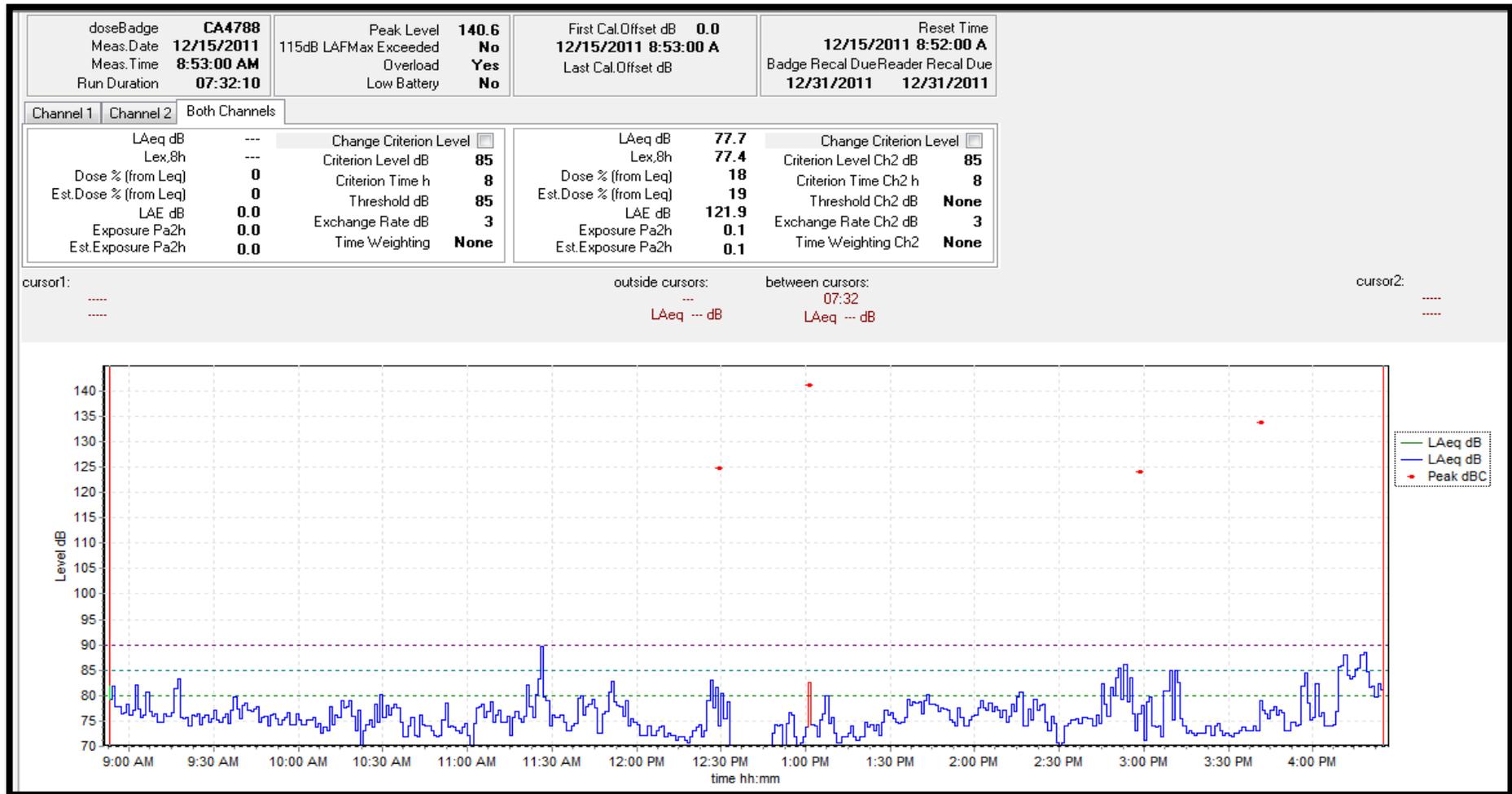
**Tabla 4. 9** Tabla de dosimetría para zona húmeda.

**Fuente:** Autor.



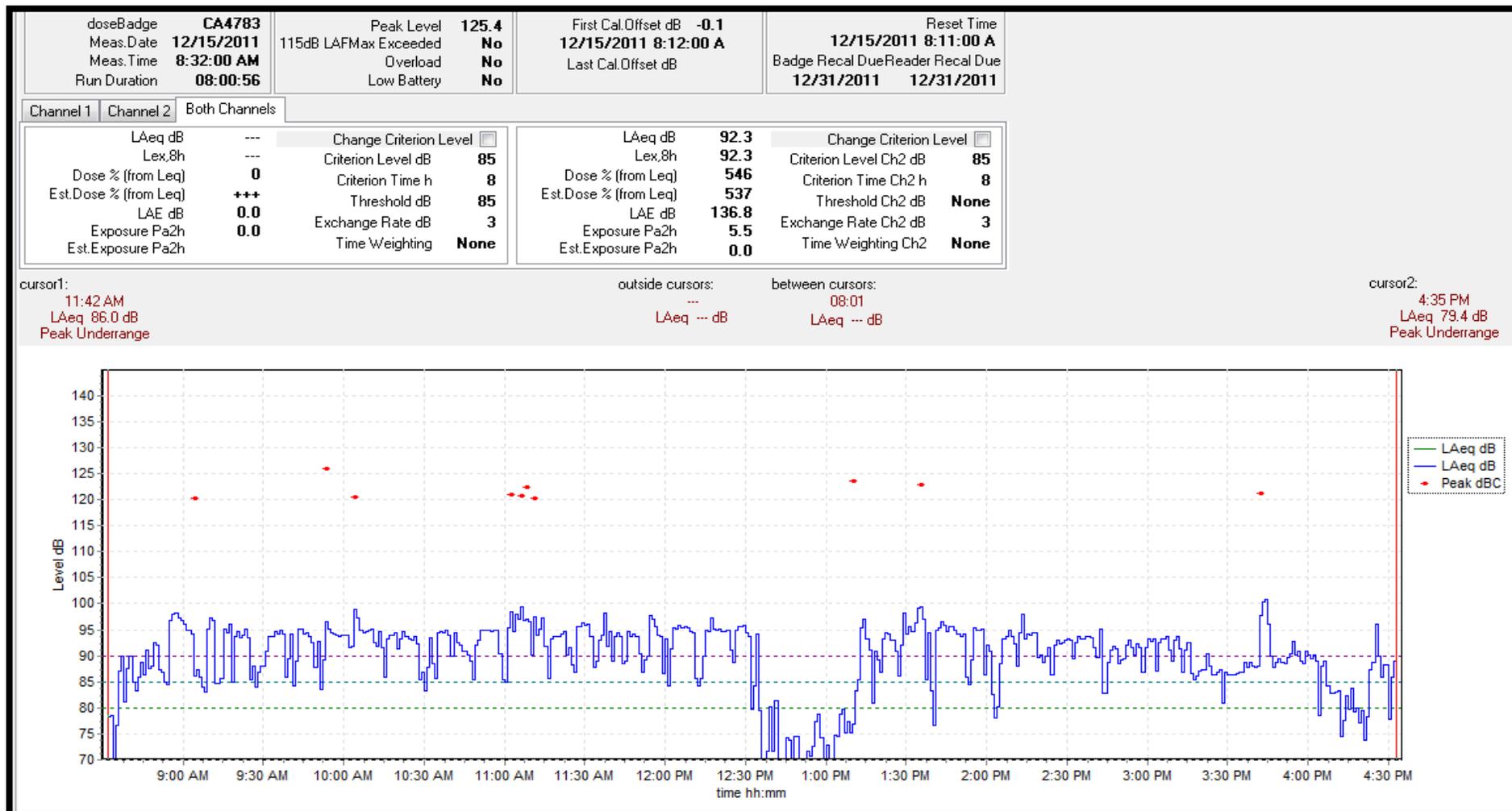
**Tabla 4. 10** Tabla de dosimetría para zona de armado.

**Fuente:** Autor.



**Tabla 4. 11** Tabla de dosimetría para zona empaque.

**Fuente:** Autor.



**Tabla 4. 12** Tabla de dosimetría para zona de sierra circular.

**Fuente:** Autor.

VALORACIÓN	1	2	3	4	5
	SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	MOLESTIAS MEDIAS	PERTURBACIONES	NOCIVIDAD
<b>DOSIS RUIDO</b>	< 0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2

**Tabla 4. 13** Resultados evaluación ruido.

**Fuente:** Autor.

#### 4.1.6. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

De acuerdo con lo dispuesto en el Anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (P.O. 23.4.97), los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte de lugar del trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.-Bajas exigencias visuales	100
2.-Exigencias visuales moderadas	200
3.- Exigencias visuales altas	500
4.- Exigencias visuales muy altas	1000
5.-Áreas o locales de uso ocasional	50
6.-Áreas o locales de uso habitual	100
7.-Vías de circulación de uso ocasional	25
8.-Vías de circulación de uso habitual	50
El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde esta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.	

**Tabla 4. 14** Niveles de iluminación para lugares de trabajo.

**Fuente:** Técnicas de prevención de riesgos laborales seguridad e higiene del trabajo 9a edición José María Cortés Díaz.

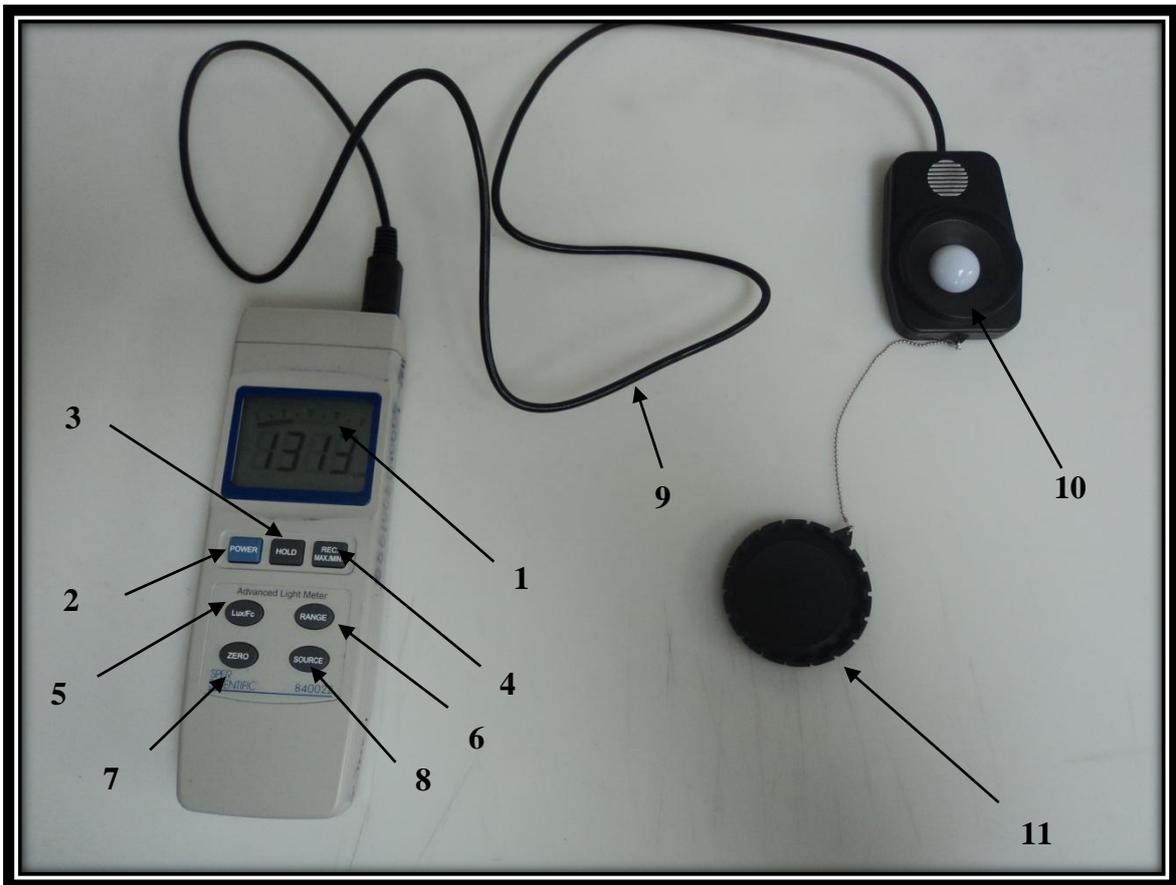
##### 4.1.6.1. DATOS TÉCNICOS DE LUXÓMETRO

- Registro automático de 16,000 datos
- Conexión a PC para descarga de datos

- Compensación de diferentes colores de tungsteno, Fluorescencia, mercurio y luz de sodio.
- Usa 4 pilas AA + 1 batería de 3V.
- Aplicación en lugares de trabajo tales como oficina y plantas.

#### 4.1.6.2. PARTES DEL LUXÓMETRO

- 1.-Display.-**En esta pantalla se muestra los valores censados por el luxómetro
- 2.-Power.-**Al presionar este botón el luxómetro se encienda o se apaga según sea el requerimiento. Tras ser encendido el luxómetro se apaga a los 5min cuando no se lo utilice
- 3.-Hold.-**Al presionar este botón se fijan los datos que se requiera censar por parte del operador.



**Figura 4. 17** Partes del luxómetro

**Fuente:** Autor

**4.-Rec máx./min.-**Al presionar este botón se establece el rango de intensidad que se percibe del medio entre máximos y mínimos registrados por el luxómetro y los muestra en la pantalla.

**5.-Lux/fc.-**Al Presionar este botón se indica la unidad de medida ya sea en lux o en f.td.

**6.-Range.-**Al presionar este botón se selecciona el tipo de rango sea este inferior a los 300 lux y superior a los 10000lux.

**7.-Zero.-**Al presionar este botón se resetea el luxómetro permitiendo calibrar el dispositivo de manera que los datos censados sean exactos.

**8.-Source.-** Este botón al ser presionada nos permite seleccionar el tipo de fuente de emisión de luz, sea fluorescente, argón o mercurio.

**9.-Cable.-**Es el encargado de llevar la información proveniente del sensor al luxómetro.

**10.-Censor.-**Es el dispositivo encargado de percibir la luz y codificarla.

**11.-Carcaza protectora de censor.-**Protege al sensor de cualquier manipulación o contacto con las manos.

**Figura 4. 18** Zona de corte de rejos.

**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 19** Zona de Besteado.

**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 20** Zona de almas.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 21** Zona de extrusión.  
**Fuente:** Autor.

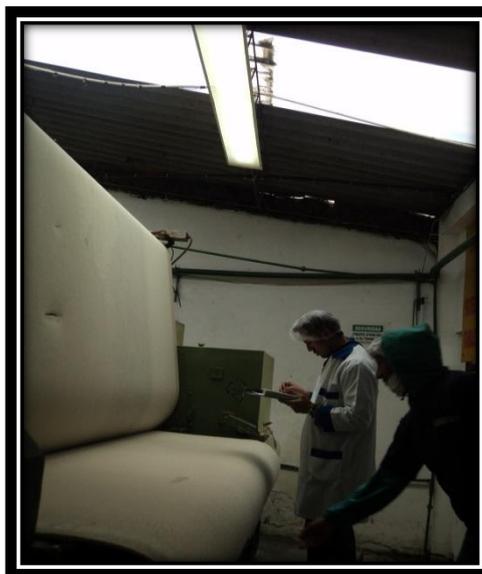


**Figura 4. 22** Zona de corte y armado  
**Fuente:** Autor



**Figura 4. 23** Zona húmeda (máquina extractora de humedad)

**Fuente:** Autor



#### 4.1.6.4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA LA DOSIS DE ILUMINACIÓN (DI) EN CADA PUESTO DE TRABAJO

Ver ecuación 4.1

$$DI = \frac{NM}{NMR} \quad \text{ec 4.1}$$

#### ZONA HÚMEDA

##### Datos de luminosidad

##### Datos

NM=700 lux

NMR=100 lux

##### Dónde:

NIM=Nivel de iluminación medida

NMR=Valor mínimo recomendado obtenido del Anexo 4

DI=Dosis de iluminación.

$$DI = \frac{NM}{NMR}$$

$$DI = \frac{700}{100}$$

$$DI = 7$$

El resultado obtenido de DI=7 se compara con la tabla 4.22, por lo tanto el nivel en el área de trabajo de la zona húmeda es deslumbrante.

Procedimiento para la adquisición de datos del luxómetro:

- 1.-Encender el luxómetro presionando el botón power.
- 2.-Retirar la cubierta protectora del sensor.
- 3.-Seleccinar la opción del tipo de lámpara que emite luz.
- 4.-Selecione el rango de medición que vaya a utilizar.
- 5.-Con el boton Hold fije la medición una vez que se haya estabilizado y llene una tabla previamente elaborada para la adquisición de datos por zonas de trabajo.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S. A
<b>Procedimiento N°</b>	1
<b>Tipo de procedimiento:</b>	Iluminación
<b>Equipo de medición utilizado:</b>	Luxómetro (LUX)
<b>Características técnicas del equipo:</b>	Sper Scientific; Modelo 840022
<b>N° de puestos:</b>	1
<b>Nivel de ubicación</b>	2.50
<b>Tipo de iluminación</b>	

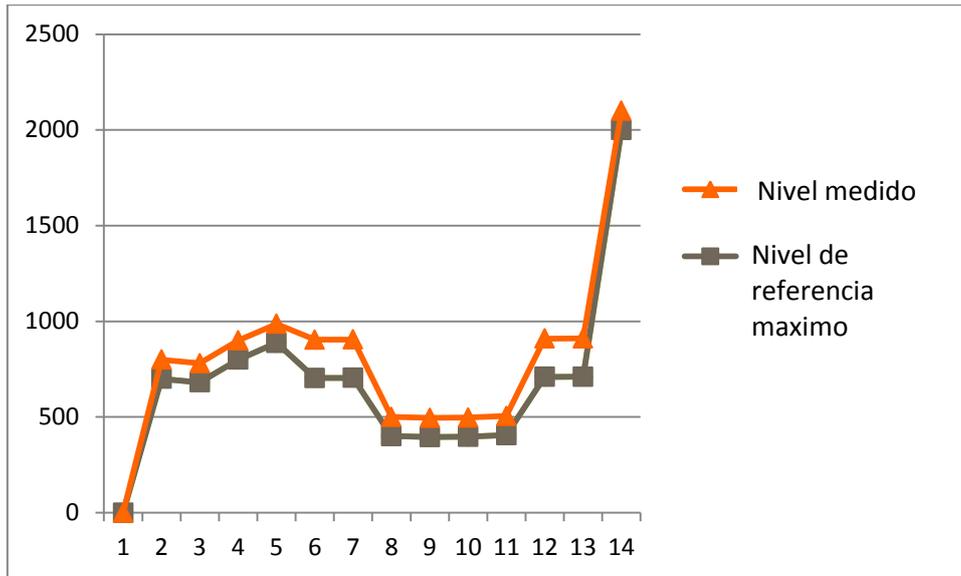
Fuente	Zona de operación	NIVELES DE ILUMINACIÓN POR PUESTO DE TRABAJO								
		fuelle de iluminación	lux	Nivel de referencia máximo (NRM)	DDI	Rango de clasificación	Descripción del puesto de trabajo			
Escurreidora	Zona húmeda	natural	700	100	7.00	<table border="1"> <tr> <td>bajo <math>0 &gt; NI \leq 0.8</math></td> <td>optimo <math>0.8 &gt; NI &lt; 1.5</math></td> <td>deslumbrante <math>NI &gt; 1.5</math></td> </tr> </table>	bajo $0 > NI \leq 0.8$	optimo $0.8 > NI < 1.5$	deslumbrante $NI > 1.5$	Techo de color gris pared blanca, translucidos de color amarillo apagado con poca sombra
bajo $0 > NI \leq 0.8$	optimo $0.8 > NI < 1.5$	deslumbrante $NI > 1.5$								

Divididora	Zona de corte	natural	681	100	6.81	deslumbrante	Luz natural proveniente de una ventana sin vidrios de área 25m2 lado este y paredes blancas
Sierra Circular 1	Zona de corte	natural	800	100	8.00	deslumbrante	Luz natural proveniente de una ventana sin vidrios de área 25m2 lado este y paredes blancas
Sierra Circular 2	Zona de corte	natural	887	100	8.87	deslumbrante	Luz natural proveniente de una ventana sin vidrios de área 25m2 lado este y paredes blancas
Extrusora 1	Zona de extrusión	artificial	704	200	3.52	deslumbrante	Luz artificial proveniente de lámparas fluorescentes, con paredes blancas
Extrusora 2	Zona de extrusión	artificial	705	200	3.53	deslumbrante	Luz artificial proveniente de lámparas fluorescentes, con paredes blancas
Sierra cinta 1	Zona de corte de rejós	natural	400	100	4.00	deslumbrante	Luz natural y artificial proveniente de una ventana lado este de área 8m2, y paredes blancas
Sierra cinta 2	Zona de corte de rejós	natural	395	100	3.95	deslumbrante	Luz natural y artificial proveniente de una ventana lado este de área 8m2, y paredes blancas
Sierra cinta 3	Zona de corte de rejós	natural	397	100	3.97	deslumbrante	Luz natural y artificial proveniente de una ventana lado este de área 8m2, y paredes blancas

Sierra cinta 4	Zona de corte de rejos	natural	405	100	4.05	deslumbrante	Luz natural y artificial proveniente de una ventana lado este de área 8m2, y paredes blancas
Cortadora Manual 1	Zona de armado	artificial	710	200	3.55	deslumbrante	Luz artificial proveniente de lámparas ubicadas a 4m y natural a través de tragaluces ubicados a 10m y piso de color blanco
Cortadora Manual 2	Zona de armado	artificial	711	200	3.56	deslumbrante	Luz artificial proveniente de lámparas ubicadas a 4m y natural a través de tragaluces ubicados a 10m y piso de color blanco
Detector de metales	zona de empaque	natural	2000	100	20.00	deslumbrante	luz natural proveniente de ventanas de lado sur y norte de área igual a 40m2 y paredes blancas y piso blanco

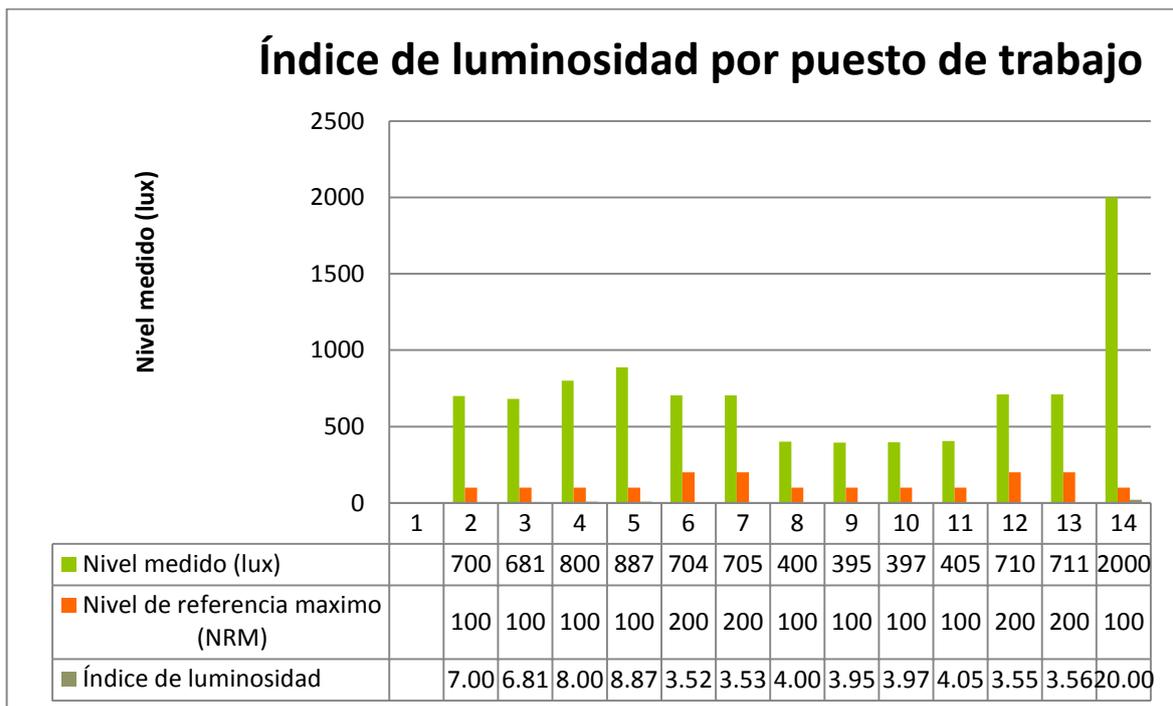
**Tabla 4. 15** Nivel de iluminación por puesto de trabajo.

**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 24** Nivel medido frente al nivel de referencia máximo (obtenido de la tabla 4.15)

Fuente: Autor



**Figura 4. 25** Índice de luminosidad por puesto de trabajo (obtenido de la tabla 4.15).

Fuente: Autor

#### 4.1.7. VIBRACIÓN

Para el análisis y estudio de vibración se la realizo con un Vibrómetro de marca BALMC INC modelo 230. Ver figura 4.28.



**Figura 4. 26** Vibrómetro

**Fuente:** Autor

Los criterios utilizados para la evaluación del riesgo se basan en la frecuencia de la vibración así como en la localización corporal. Algunas normas de evaluación son:

Para vibraciones transmitidas por todo el cuerpo, la norma ISO 2631/1978, para vibraciones que se transmiten al cuerpo entero desde la plataforma, suelo o asiento vibratorio a través de los pies o de la pelvis, es decir, de pie o sentado. Esta norma especifica los límites para las vibraciones transmitidas entre 1 y 80 Hz. Para vibraciones transmitidas a mano-brazo, se puede utilizar el criterio de la ACGIH basado en la norma ISO 5349/1986.

#### **4.1.7.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE VIBRACIÓN**

- 1.-**Instalar el cable de conexión con el acelerómetro.
- 2.-**Encender el vibrómetro.
- 3.-**Ubicar el acelerómetro de acuerdo a los ejes basicentricos de la mano para el caso de vibración mano-brazo.

4.-Leer los datos en el display y esperar a que se estabilicen y de esa manera poder registrar la medida en una hoja previamente elaborada, de acuerdo a la zona o lugar de trabajo para la toma de datos.

#### **4.1.7.1.1. PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES.**

La exposición a las vibraciones puede variar considerablemente de una operación a otra, debido al uso de diferentes herramientas o a diferentes modos de operación de cada una de estas máquinas.

La evaluación de la exposición a vibraciones consta de las siguientes etapas:

- a) Identificación de las operaciones en el lugar de trabajo.
- b) Selección de las operaciones a medir.
- c) Medición de la aceleración para cada operación seleccionada.
- d) Estimación del tiempo de exposición diario representativo de cada operación identificada.

#### **4.1.7.1.2. ORGANIZACIÓN DE LAS MEDICIONES (MUESTREO)**

1. Mediciones de larga duración en operaciones continuas con herramientas.
  - Buena representatividad.
  - Tiempo de exposición diaria: directamente el que se usa la herramienta
2. Mediciones de larga duración en operaciones intermitentes con herramientas:
  - Tiempo de funcionamiento largo, pero con cortos descansos donde no hay exposición, pero se mantiene el contacto del trabajador con la herramienta.
  - Medición durante un periodo largo, incluyendo los descansos como parte normal del ciclo de trabajo
  - Tiempo de exposición: el del uso diario de la herramienta.
3. Mediciones de corta duración de operaciones intermitentes:
  - La herramienta no trabaja continuamente, y hay largos descansos donde el trabajador pierde el contacto con la herramienta.
  - Se hacen medidas de corta duración sobre un periodo de operación en continuo. El tiempo de exposición no incluye los descansos ni los periodos en que se pierde el contacto con la herramienta

4. Mediciones de duración fija para impactos o disparos de operaciones de herramientas:

- Cuando la exposición con la herramienta supone impactos o choques múltiples, con largas interrupciones entre cada uno de ellos.
- Se hace una medida de las vibraciones sobre una duración fija que incluye un número conocido de impactos.
- El tiempo de exposición es la duración de la medición por el número de impactos al día, dividido por los impactos en el periodo de medición.

#### **4.1.7.1.3. DURACIÓN DE LAS MEDICIONES**

La medición de las vibraciones en el puesto de trabajo se deberá efectuar de preferencia durante toda la jornada laboral, bajo condiciones normales de operación.

No obstante lo señalado anteriormente se podrá considerar un tiempo de medición inferior a la jornada laboral siempre y cuando la muestra obtenida represente el comportamiento del agente durante la jornada completa. Para este fin, se deberán tomar en cuenta los antecedentes obtenidos durante el estudio previo.

De cualquier forma, se deberá señalar explícitamente el tiempo de medición utilizado. Si la actividad implica la exposición a vibraciones de un trabajador a distintas fuentes de vibración, tiempos de exposición distintos, en procesos distintos etc., se deberá medir la aceleración equivalente ponderada (Aeq) de cada caso de manera individual, para luego obtener la Aeq representativa de la jornada completa. Si un proceso está constituido por varios ciclos de trabajo, con varios ciclos de exposición, el tiempo de medición que se utilice corresponderá a la suma de todos los ciclos de exposición que se consideren según el estudio previo.

- Si es posible, deben tomarse varias muestras a distintas horas del día, y promediarlas para que la medida sea más representativa de la exposición.
- La duración mínima depende del tipo de operación. El tiempo total de medición (número de muestras por duración de cada medición) debe ser al menos de 1 minuto y componerse como mínimo de 3 muestras para cada operación.
- Es preferible tomar más muestras de corta duración que una de larga duración.
- Para cada operación deben tomarse al menos tres muestras.

Los tiempos mínimos de medición dependiendo tanto del tipo de exposición, del tipo de vibración, y de los ciclos de exposición.

Tipo de exposición	Vibración	Tiempos mínimos de medición
Cuerpo Entero	Aleatoria	30 minutos
	Cíclica	1 ciclo por lo menos
	Estable	5 minutos
Mano-Brazo	Cíclica	1 ciclo por lo menos

**Tabla 4. 16** Tiempos mínimos de medición

**Fuente:** [http://www.ispch.cl/salud\\_ocup/doc/instructivo\\_Vibraciones.pdf](http://www.ispch.cl/salud_ocup/doc/instructivo_Vibraciones.pdf)

#### **4.1.7.1.4. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN.**

Para determinar el valor de aceleración para un periodo de referencia de 8 horas (A (8)) debe conocerse el tiempo durante el que, diariamente, el trabajador está expuesto a las vibraciones. En el caso de que realice diferentes tareas en las que se dé esta circunstancia, deberá conocerse el tiempo de exposición correspondiente a cada una de ellas.

En el caso de que dichas tareas se realicen en forma de ciclos de trabajo deberá determinarse el tiempo de exposición en cada tarea o ciclo de trabajo y el número de veces que éste se realiza en cada jornada laboral.

Es importante que los tiempos medidos se correspondan con los datos de la aceleración que vayan a utilizarse. Es decir, si los datos de la aceleración corresponden a una operación determinada de la máquina, el tiempo de exposición será el correspondiente a aquella operación.

La aceleración equivalente ponderada en frecuencia máxima permitida (Aeq) para una jornada de 8 horas por cada eje de medición, será la que se indica en la tabla 4.24:

Para determinación de los ejes basicéntricos ver figura 2.25.

Eje de Medición	Aeq Máxima Permitida (m/s <sup>2</sup> )
Z	0,63
X	0,45
Y	0,45

**Tabla 4. 17** Aceleración equivalente máxima permisible

**Fuente:**[http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=22189&IDTIPO=60&RASTRO=c914\\$m3640,3863](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=22189&IDTIPO=60&RASTRO=c914$m3640,3863)

Tiempo de Exposición (horas)	Aeq. Máxima Permitida (m/s <sup>2</sup> )		
	Z	X	Y
12	0.5	0.35	0.35
11	0.53	0.38	0.38
10	0.56	0.39	0.39
9	0.59	0.42	0.42
8	0.63	0.45	0.45
7	0.70	0.50	0.50
6	0.78	0.54	0.54
5	0.90	0.61	0.61
4	1.06	0.71	0.71
3	1.27	0.88	0.88
2	1.61	1.25	1.25
1	2.36	1.70	1.70
0,5	3.30	2.31	2.31

**Tabla 4. 18** Aceleración equivalente máxima permitida

**Fuente:**[http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=22189&IDTIPO=60&RASTRO=c914\\$m3640,3863](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=22189&IDTIPO=60&RASTRO=c914$m3640,3863)

#### 4.1.7.1.5. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES

Para la evaluación de la exposición del cuerpo completo a las vibraciones se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Recogida de datos relacionados con:
  - a) Características de la tarea (tipo, duración, atención requerida, posturas, etc.).
  - b) Condiciones ambientales (ruido, condiciones termo higrométricas, etc).

- c) Características del individuo (edad, sexo, hábitos, etc.).
2. Aplicar los criterios para la evaluación de las vibraciones globales descritas en la norma ISO 2631 e ISO 5349.

#### **4.1.7.1.9. VIBRACIONES MANO-BRAZO (UNE-EN ISO 5349-2 (2002)).**

La evaluación de la vibración transmitida al sistema mano-brazo se basa en el cálculo del valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, A (8).

La evaluación del nivel de exposición puede efectuarse mediante una estimación basada en las informaciones relativas al nivel de emisión de los equipos de trabajo utilizados, proporcionadas por los fabricantes de dichos materiales y mediante la observación de las prácticas de trabajo específicas o mediante medición.

Las vibraciones mecánicas producida por procesos o herramientas a motor que se utilizan en fabricación (herramientas de percusión para trabajo de metales, amoladoras y otras herramientas rotativas, llaves de impacto), explotación de canteras, minería y construcción (martillos perforadores de roca, martillos rompedores de piedra, martillos picadores, compactadores vibrantes), y que penetran en el cuerpo por los dedos o la palma de las manos.

#### **4.1.7.1.6. UBICACIÓN DE LOS ACELERÓMETROS**

- Deben fijarse rígidamente a la superficie vibrante y de forma que interfieran lo mínimo en la tarea del trabajador.
- En el caso de vibración mano-brazo, lo habitual es situar el acelerómetro en el dorso de la mano (mitad del ancho del dorso).
- La vibración debe ser representativa de la que habitualmente recibe.
- Tener en cuenta que el resultado puede verse afectado por características de la empuñadura (rígida o flexible) o la fuerza de agarre.
- Si la herramienta se utiliza con ambas manos, deben medirse ambas y evaluar con la mayor exposición de las dos.

#### **4.1.7.1.7. VIBRACIONES CUERPO ENTERO (UNE-EN ISO 5349-2 (2002)).**

Las vibraciones de cuerpo completo deben medirse en las interfaces entre el cuerpo y la fuente de vibración. En el caso de personas sentadas esto implica la colocación de acelerómetros en la superficie del asiento. A veces las vibraciones se miden también en el respaldo del asiento (entre el respaldo y la espalda).

Se considera que lo importante es la exposición total, no la exposición promedio, y que por lo tanto es adecuado medir la dosis.

El valor de la dosis de vibración proporciona una medida que permite comparar exposiciones muy variables y complejas. Las organizaciones pueden especificar límites o niveles de acción utilizando el valor de la dosis de vibración.

Además de valorar las vibraciones medidas de acuerdo con las normas actuales, es aconsejable informar de los espectros de frecuencia, las magnitudes de los diferentes ejes y otras características de la exposición, incluyendo las duraciones de la exposición diaria y la de toda la vida.

#### **4.1.7.1.8. UBICACIÓN DE LOS ACELERÓMETROS**

- La medición debe hacerse en el lugar donde se produce el contacto entre el cuerpo humano y la fuente de vibración y de forma que interfieran lo mínimo en la tarea del trabajador.
- La vibración debe ser representativa de la que habitualmente recibe.
- En caso de cuerpo completo, la medición debe hacerse sobre el asiento (personas sentadas) o sobre el suelo (personas de pies), con el acelerómetro lo más cerca posible del área de contacto y unido rígidamente a la superficie del asiento.

#### **4.1.7.1.9. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES CUERPO COMPLETO.**

Para determinar la exposición a vibraciones de cuerpo entero del trabajador en posición fija, se deberá efectuar la medición en forma simultánea para cada eje coordinado (ax, ay y az), (ver figura 2.26); considerándose como magnitud adecuada para la evaluación de exposición, el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq). Los tres valores de Aeq en las respectivas direcciones deberán corresponder al mismo evento de vibración que se está estudiando.

Además de valorar las vibraciones medidas de acuerdo con las normas actuales, es aconsejable informar de los espectros de frecuencia, las magnitudes de los diferentes ejes y otras características de la exposición, incluyendo las duraciones de la exposición diaria y la de toda la vida. También debería tenerse en cuenta la presencia de otros factores ambientales adversos, en especial la postura sentada.

#### **4.1.7.1.10. VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO CON UNA SOLA FUENTE DE EXPOSICIÓN**

Se toma como valor del parámetro la aceleración diaria para un periodo de 8 horas  $A$  (8), el mayor de los tres valores siguientes:

$$Aw_{x(d)} = 1.4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}; Aw_{y(d)} = 1.4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}; Aw_{z(d)} = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}; \text{ ec 4.2}$$

Donde:

**Aw<sub>x</sub>**: aceleración ponderada respecto del eje x.

**Aw<sub>y</sub>**: aceleración ponderada respecto del eje y.

**Aw<sub>z</sub>**: aceleración ponderada respecto del eje z

**T<sub>0</sub>**: duración de referencia de 8 horas.

**T<sub>exp</sub>**: Tiempo de exposición.

**aw**: Valor eficaz de aceleración respecto de los ejes ortogonales x, y, z.

#### **4.1.7.1.11. VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO Y EXPOSICIÓN A VARIAS FUENTES DE VIBRACIONES**

Se determinan los valores de la exposición diaria a vibraciones parciales en las tres direcciones para cada fuente de exposición de la forma indicada anteriormente.

A continuación se calcula el valor global en cada eje utilizando la ecuación 4.3

$$Aw_{(d)} = \sqrt{(Aw_x)^2 + (Aw_y)^2 + (Aw_z)^2} \quad \text{ec 4.3}$$

#### 4.1.7.1.12. CÁLCULO A PARTIR DE MEDICIÓN DE DOSIS DE VIBRACIONES

- a) Dosis de exposición a vibraciones, para lo cual se considerará por cada puesto de trabajo evaluado.
- b) Tiempo de exposición (que no corresponde al tiempo de medición del  $A_{w_{eq(T)}}$ ).
- c)  $A_{w_{eq(d)}}$  medida.
- d) Tiempo máximo de exposición permitido (ref. norma ISO 2631).
- e) La información recopilada se ingresará en la siguiente ecuación, la que considera el cálculo de la dosis de exposición a vibraciones mediante la ecuación 4.4:

$$D = \frac{(A_w)_{eq(d)Max}}{TVL} \text{ ec 4.4}$$

Dónde:

$(A_w)_{eq(T)Max}$ : Nivel de aceleración equivalente Máxima

**TVL**: Aceleración Máxima Permitido.

#### 4.1.7.1.13. EVALUACIÓN DE VIBRACIONES MANO-BRAZO

Para determinar la exposición a vibraciones del componente mano–brazo, se deberá efectuar la medición en forma simultánea en los tres ejes de coordenadas, considerándose como magnitud adecuada para la evaluación de la exposición, el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia ( $A_{eq}$ ). Los tres valores de  $A_{eq}$  en las respectivas direcciones deberán corresponder al mismo evento de vibración que se está estudiando.

Independiente del tipo de vibración, se deberá estar atento a la medición, de forma de considerar los eventos que aportan a la exposición que recibe el trabajador evaluado, según estudio previo. Se deberán descartar aquellas vibraciones producidas de manera accidental.

#### 4.1.7.1.14. VIBRACIONES MANO-BRAZO Y UNA SOLA FUENTE DE EXPOSICIÓN

Donde  $a_{hw}$  es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las componentes de la aceleración ponderada en frecuencia en los tres ejes:

$$aw_{eq(T)} = \sqrt{(a_{x,h,w})^2 + (a_{y,h,w})^2 + (a_{z,h,w})^2} \quad \text{ec 4.5}$$

En este caso el valor de exposición diaria [A (8)] se determina por:

$$Aw_{eq(d)} = aw_{eq(T)} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}; \quad \text{ec 4.6}$$

Donde:

**T<sub>exp</sub>**= Tiempo de exposición

**T<sub>0</sub>**= Tiempo de referencia de 8 horas

#### 4.1.7.1.15. VIBRACIONES MANO-BRAZO Y EXPOSICIÓN A VARIAS FUENTES

Se determinan los valores parciales correspondientes a cada exposición de la forma indicada anterior en la ecuación 4.6 y a continuación el valor global dado por:

$$Aw_{eq(d)} = \sqrt{A_{w1} + A_{w2} + A_{w3}} \quad \text{ec 4.7}$$

#### 4.1.7.1.16. CÁLCULO A PARTIR DE MEDICIÓN DE DOSIS DE VIBRACIONES

a) Dosis de Exposición Vibraciones, para lo cual se considerará por cada puesto de trabajo evaluado:

- Tiempo de exposición (que no corresponde al tiempo de medición del  $Aw_{eq}(T)$ )
- $(Aw_{eq}(d))$ medido.
- Tiempo máximo de exposición permitido para b) (ref. norma ISO 5349)

b) La información recopilada se ingresará en la siguiente ecuación, la que considera el cálculo de la Dosis de Exposición a Vibraciones mediante:

$$D = \frac{(A_{yw})_{eq(d)} Max}{TLV} \quad \text{ec 4.8}$$

Dónde:

$(A_{yw})(eq(T))$  Max: Nivel de aceleración equivalente Máxima

TVL: Aceleración Máxima Permitido.

#### 4.1.7.1.17. VALORACIÓN DE VIBRACIONES

En la directiva sobre exposición laboral a vibraciones se proponen dos valores: valor de acción y valor límite de exposición para un período de referencia normalizado de 8 horas.

➤ Valor de acción

Valor de la exposición a partir del cual se debe dar información a los trabajadores expuestos a este nivel; impartir formación sobre la aplicación de medidas de control; proporcionar información sobre la vibración producida por los equipos de trabajo en un período de referencia de 8 horas; y establecer el programa de medidas técnicas y/o de organización del trabajo destinadas a reducir la exposición.

➤ Valor límite

Valor de la exposición a partir del cual la persona no protegida corre riesgos inaceptables. En ningún caso se debe sobrepasar este valor.

Hay que señalar que esta directiva establece disposiciones mínimas, por lo que al transponerla al ordenamiento jurídico español se podrán adoptar valores límite y/o valores de acción inferiores a los que figuran en la tabla 4.26. En la tabla siguiente se presentan los valores propuestos por la Directiva para exposición a VMB y VCC.

	<b>Vibraciones Mano-Brazo</b>	<b>Vibraciones Cuerpo Entero</b>
<b>Límite de exposición Diaria A (8).</b>	5 m/s <sup>2</sup>	1.15m/s <sup>2</sup>
<b>Exposición diaria que da lugar a una acción A (8).</b>	2.5 m/s <sup>2</sup>	0.5 m/s <sup>2</sup>

**Tabla 4. 19** Valores de Límite de Acción para Mano-Brazo y Cuerpo Entero.

**Fuente:** Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas.

Tiempo (horas)	Mano-Brazo		Cuerpo Completo	
	Aceleración Umbral (m/s <sup>2</sup> )	Aceleración Límite (m/s <sup>2</sup> )	Aceleración Umbral (m/s <sup>2</sup> )	Aceleración Límite (m/s <sup>2</sup> )
10	2.2	4.5	0.45	0.9
8	2.5	5	0.5	1
6	2.9	5.8	0.58	1.2
4	3.5	7.1	0.71	1.4
2	5	10	1	2
1	7.1	14.1	1.41	2.8
30(minutos)	10	20	2	4
≤10minutos	17.3	3.46	3.46	6.9

**Tabla 4. 20** Valores Límite -Umbral para vibraciones transmitidas Mano-Brazo y Cuerpo Completo.

**Fuente:** <http://www.upv.es/entidades/SIPRL/infoweb/sprl/info/531662normalc.html>.

Para la toma de datos y análisis de vibración se las realizó en cada puesto de trabajo y con las personas respectivamente involucradas en la operación de las máquinas y haciendo referencia a los siguientes datos en la tabla 4.28:

	Vibraciones mano-brazo	Vibraciones cuerpo entero
<b>Límite de exposición diaria.</b>	A(8): 5 m/s <sup>2</sup>	A(8): 1.15 m/s <sup>2</sup>
<b>Exposición diaria que da lugar a una acción.</b>	A(8): 2.5 m/s <sup>2</sup>	A(8): 0.5 m/s <sup>2</sup>

**Tabla 4. 21** Rangos de vibración VMB y VCC.

**Fuente:** Normativa de vibraciones.

La DECLARACIÓN DEL VALOR DE EMISIÓN DE VIBRACIONES, a y K, de las máquinas es responsabilidad única del fabricante. Los valores declarados de emisión de vibraciones de una máquina deben determinarse según el modo de funcionamiento descrito en el código de ensayo de vibraciones en el real decreto RD 1215/1997 y 1435/1992.

En el caso de que los datos requeridos para la determinación de K no estén disponibles en otras normas aplicables a la máquina en particular, puede utilizarse como directriz para estimar la incertidumbre K la tabla siguiente.

Valor medido ,(a)		Incertidumbre, K
Vibraciones mano Brazo	Vibraciones cuerpo completo	
$2.5 \text{ m/seg}^2 < a \leq 5 \text{ m/seg}^2$	$0.5 \text{ m/seg}^2 < a \leq 1 \text{ m/seg}^2$	0.5 a
$a > 5 \text{ m/seg}^2$	$a > 1 \text{ m/seg}^2$	0.4

**Tabla 4. 22** Incertidumbre K según rango de vibraciones.

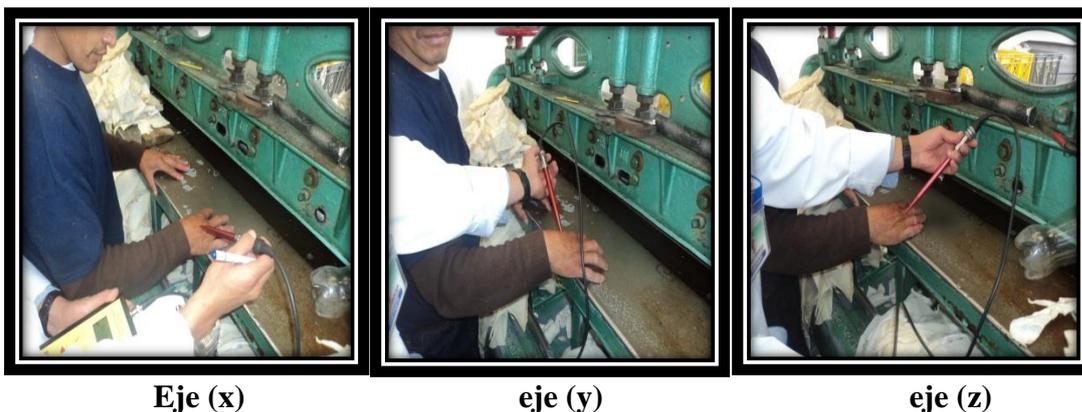
**Fuente:** Normativa de vibraciones.

#### 4.1.7.2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS PARA VIBRACIÓN

- Encender el vibrómetro presionando las teclas **POWER ON/OFF** de encendido y la tecla de luz **LIGHT** para ver los datos censados por el programa.
- En la zona húmeda se toma la vibración correspondientes a la máquina divididora, luego se tomó la vibración al operador en cada uno de los ejes (x,y,z).
- En cada zona se debe hacer la medición respectiva dependiendo del tipo de labor que se realice.

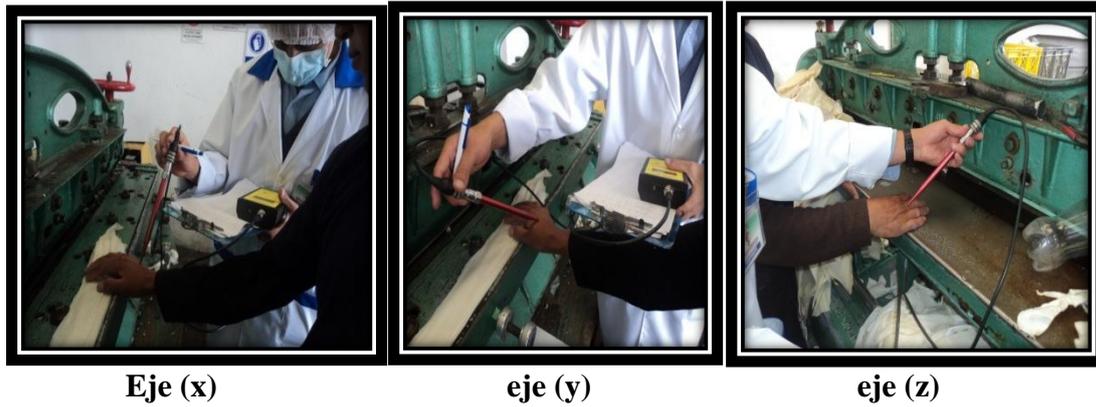
**Figura 4. 27** Medición basicéntrica en la máquina divididora a los tres ejes.

**Fuente:** Autor.



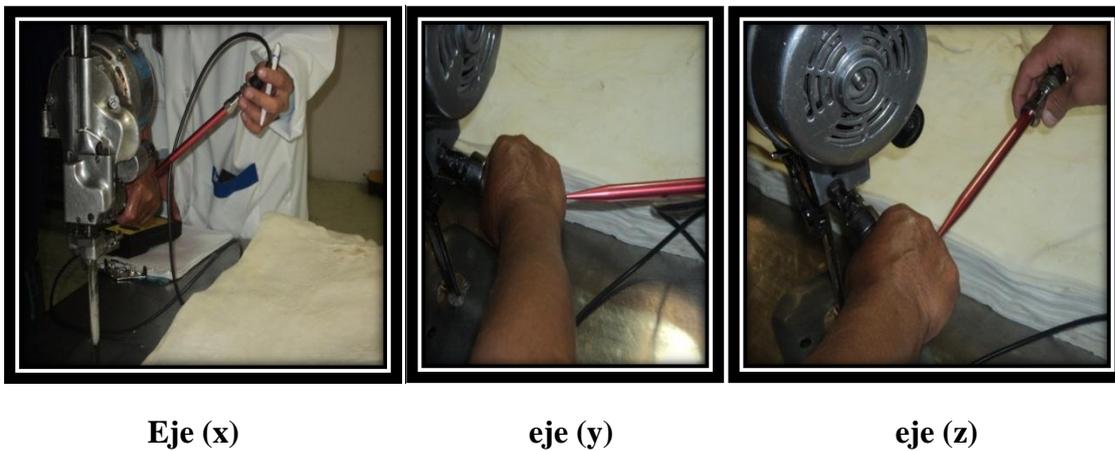
**Figura 4. 28** Medición basidinámica en la máquina divididora a los tres ejes.

**Fuente:** Autor.



**Figura 4. 29** Medición basicéntrica y basidinámica en la máquina cortadora manual a los tres ejes.

**Fuente:** Autor.



#### 4.1.7.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA ANÁLISIS DE VIBRACIONES (CÁLCULOS REPRESENTATIVOS)

##### MÁQUINA ESCURRIDORA CÁLCULO VIBRACIONES MANO-BRAZO

$$(A_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{(A_{x,h,w})^2 + (A_{y,h,w})^2 + (A_{z,h,w})^2}$$

##### DATOS

	<b>A<sub>x</sub></b>	<b>A<sub>y</sub></b>	<b>A<sub>z</sub></b>
<b>MANO DERECHA</b>	0.022	0.037	0.039
<b>MANO IZQUIERDA</b>	0.017	0.029	0.053

**MANO DERECHA:**

$$(A_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{(0.022)^2 + (0.037)^2 + (0.037)^2}$$

$$(A_{hw})_{eq(T)} = 0.056 \text{ m/s}^2$$

**MANO IZQUIERDA**

$$(A_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{(0.017)^2 + (0.029)^2 + (0.037)^2}$$

$$(A_{hw})_{eq(T)} = 0.05 \text{ m/s}^2$$

**PARA 8 HORAS**

$$(A_{hw})_{eq(d)} = (A_{hw})_{eq(T)} \sqrt{\frac{T}{8}}$$

$$(A_{hw})_{eq(d)} = 1,4 \sqrt{\frac{8}{8}}$$

$$(A_{hw})_{eq(d)} = 1,64 \text{ m/s}^2$$

**PARA 12 HORAS**

$$(A_{hw})_{eq(d)} = (A_{hw})_{eq(T)} \sqrt{\frac{T}{12}}$$

$$(A_{hw})_{eq(d)} = 1,4 \sqrt{\frac{1}{12}}$$

$$(A_{hw})_{eq(d)} = 1.34 \text{ m/s}^2$$

**VIBRACIÓN CUERPO COMPLETO**

$$(A_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{1.4 * (A_{x,h,w})^2 + 1.4 * (A_{y,h,w})^2 + (A_{z,h,w})^2}$$

**DATOS DE LA ESCURRIDORA**

	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
PIE DERECHO	0.022	0.067	0.250
PIE IZQUIERDO	0.025	0.072	0.200

$$(A_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{1.4 * (0.022_{x,h,w})^2 + 1.4 * (0.067_{y,h,w})^2 + (0.25_{z,h,w})^2}$$

$$(A_{hw})_{eq(T)} = 0.264 m/s^2$$

**Dosis (D).** Para el efecto la dosis de vibración (D) se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación (2.6).

$$D = \frac{(A_{hw})_{eq(T)} \text{Max}}{AMP}$$

$$D = \frac{0.264 * 7 m/s^2}{8 m/s^2}$$

$$D = 0.231$$

Evaluación de riesgo: Si la dosis es  $\leq 1$  no se determina riesgo tolerable, caso contrario si la dosis es  $> 1$  existe riesgo Intolerable.

Debido a que el valor de la dosis es menor que uno, el riesgo es tolerable y no se toma una acción.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A
<b>Procedimiento N°</b>	1
<b>Tipo de procedimiento:</b>	Vibración mano-brazo (VMB)
<b>Equipo de medición utilizado:</b>	Vibrómetro
<b>Características técnicas del equipo:</b>	Modelo 230 Unidad de adquisición de datos (in/seg <sup>2</sup> )
<b>N° de puestos:</b>	1
<b>Nivel de ubicación</b>	2.50

Fuente	MEDICIONES EN LA MÁQUINA(BASICÉNTRICA)				MANO	Medición Basicéntrica (sobre nudillo de la mano)							
						maquinaria parada				maquinaria operando			
	x	y	z	Ahw(T)		x	Y	z	Ahw(T)	x	y	z	Ahw(T)
Escurreidora	0.117	0.071	0.068	0.153	Derecha	0.022	0.037	0.062	0.075	0.052	0.067	0.080	0.117
					Izquierda	0.017	0.029	0.053	0.063	0.047	0.059	0.071	0.104
Divididora	0.129	0.091	0.079	0.177	Derecha	0.037	0.025	0.009	0.046	0.067	0.055	0.027	0.091
					Izquierda	0.024	0.016	0.033	0.044	0.054	0.046	0.051	0.087

Sierra circular 1	0.511	0.405	0.303	0.719	Derecha	0.069	0.055	0.057	0.105	0.099	0.085	0.075	0.151
					Izquierda	0.062	0.059	0.059	0.104	0.092	0.089	0.077	0.149
Sierra circular 2	0.455	0.345	0.225	0.614	Derecha	0.065	0.057	0.061	0.106	0.095	0.087	0.079	0.151
					Izquierda	0.063	0.058	0.063	0.106	0.093	0.088	0.081	0.152
Extrusora 1	0.182	0.127	0.117	0.251	Derecha	0.080	0.065	0.066	0.122	0.110	0.095	0.084	0.168
					Izquierda	0.069	0.058	0.063	0.110	0.099	0.088	0.081	0.155
Extrusora 2	0.175	0.15	0.097	0.250	Derecha	0.071	0.060	0.069	0.116	0.101	0.090	0.087	0.161
					Izquierda	0.067	0.053	0.064	0.107	0.097	0.083	0.082	0.152
Sierra cinta 1	0.214	0.185	0.190	0.341	Derecha	0.085	0.068	0.071	0.130	0.115	0.098	0.089	0.175
					Izquierda	0.075	0.064	0.069	0.120	0.105	0.094	0.087	0.166
Sierra cinta 2	0.315	0.22	0.115	0.401	Derecha	0.068	0.057	0.053	0.103	0.098	0.087	0.071	0.149
					Izquierda	0.062	0.055	0.065	0.105	0.092	0.085	0.083	0.150
Sierra cinta 3	0.406	0.305	0.031	0.509	Derecha	0.067	0.052	0.053	0.100	0.097	0.082	0.071	0.146
					Izquierda	0.063	0.057	0.059	0.103	0.093	0.087	0.077	0.149

Sierra cinta 4	0.29	0.59	0.350	0.745	Derecha	0.066	0.054	0.055	0.101	0.096	0.084	0.073	0.147
					Izquierda	0.067	0.056	0.053	0.102	0.097	0.086	0.071	0.148
Cortadora manual 1	0.405	0.274	0.123	0.504	Derecha	0.375	0.244	0.111	0.461	0.405	0.274	0.129	0.506
					Izquierda	0.329	0.241	0.120	0.425	0.359	0.271	0.138	0.470
Cortadora manual 2	0.375	0.281	0.152	0.493	Derecha	0.365	0.251	0.112	0.457	0.395	0.281	0.130	0.502
					Izquierda	0.345	0.249	0.119	0.442	0.375	0.279	0.137	0.487
Detectora de metales	0.117	0.087	0.056	0.156	Derecha	0.003	0.002	0.007	0.008	0.033	0.032	0.025	0.052
					Izquierda	0.011	0.008	0.003	0.014	0.041	0.038	0.021	0.060

**Tabla 4. 23** Medición basicéntrica en cada mano.

**Fuente:** Autor.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A
<b>Procedimiento N°</b>	1
<b>Tipo de procedimiento:</b>	Vibración mano-brazo (VMB)
<b>Equipo de medición utilizado:</b>	Vibrómetro
<b>Características técnicas del equipo:</b>	Modelo 230 Unidad de adquisición de datos (in/seg <sup>2</sup> )
<b>N° de puestos:</b>	1
<b>Nivel de ubicación</b>	2.50

Fuente	Zona de operación	Aceleración máxima con frecuencia RMS de ponderación						Evaluación de exposición				
		Duración de exposición	Ahw(T)	AMP (m/seg <sup>2</sup> )	DDE	IDR	Valoración de riesgo		Edeq (m/seg <sup>2</sup> )	EPS	25>=VA<=5	VL>5
							Tolerable<1	Intolerable>1				
Escurreidora	Zona húmeda	8	0.117	0.125	7.00	0.935	Tolerable		0.052	0.067	0.080	0.117

Divididora	Zona de corte	8	0.091	0.097	7.00	0.935	Tolerable	0.067	0.055	0.027	0.091
Sierra circular 1	Zona de corte	8	0.151	0.161	7.00	0.935	Tolerable	0.099	0.085	0.075	0.151
Sierra circular 2	Zona de corte	8	0.152	0.162	7.00	0.935	Tolerable	0.095	0.087	0.079	0.151
Extrusora 1	Zona de extrusión	8	0.168	0.180	7.00	0.935	Tolerable	0.110	0.095	0.084	0.168
Extrusora 2	Zona de extrusión	8	0.161	0.172	7.00	0.935	Tolerable	0.101	0.090	0.087	0.161
Sierra cinta 1	Zona de corte de rejos	8	0.175	0.187	7.00	0.935	Tolerable	0.115	0.098	0.089	0.175
Sierra cinta 2	Zona de corte de rejos	8	0.166	0.177	7.00	0.935	Tolerable	0.098	0.087	0.710	0.722
Sierra cinta 3	Zona de corte de rejos	8	0.150	0.160	7.00	0.935	Tolerable	0.097	0.082	0.071	0.146
Sierra cinta 4	Zona de corte de rejos	8	0.149	0.159	7.00	0.935	Tolerable	0.096	0.084	0.073	0.147
Cortadora Manual 1	Zona de armado	8	0.506	0.541	7.00	0.935	Tolerable	0.405	0.274	0.129	0.506
Cortadora Manual 2	Zona de armado	8	0.502	0.537	7.00	0.935	Tolerable	0.395	0.281	0.130	0.502
Detector de metales	Zona de empaque	8	0.060	0.064	7.00	0.935	Tolerable	0.033	0.032	0.025	0.052

**Tabla 4. 24** Evaluación de exposición.

**Fuente:** Autor.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>			AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A							
<b>Procedimiento N°</b>			1							
<b>Tipo de procedimiento:</b>			Vibración Cuerpo Completo (VCC)							
<b>Equipo de medición utilizado:</b>			Vibrómetro							
<b>Características técnicas del equipo:</b>			Modelo 230 Unidad de adquisición de datos (in/seg <sup>2</sup> )							
<b>N° de puestos:</b>			1							
<b>Nivel de ubicación</b>			2.50							
Fuente	Ubicación	Ubicación de medición	Aceleración de vibración en m/seg <sup>2</sup>							
			maquinaria parada				maquinaria operando			
			x	Y	z	Ahw(T)	X	y	z	Ahw(T)
Escurreidora	De pie sobre plataforma	Derecha	0.140	0.210	0.080	0.309	0.022	0.067	0.080	0.116
		Izquierda	0.015	0.027	0.029	0.047	0.025	0.072	0.082	0.122
Divididora	De pie sobre plataforma	Derecha	0.032	0.039	0.034	0.069	0.064	0.083	0.027	0.127
		Izquierda	0.052	0.037	0.032	0.082	0.720	0.052	0.091	0.859
Sierra	De pie	Derecha	0.021	0.052	0.027	0.072	0.042	0.044	0.075	0.104

circular 1	sobre plataforma	Izquierda	0.025	0.058	0.033	0.082	0.055	0.033	0.077	0.108
Sierra circular 2	De pie sobre plataforma	Derecha	0.021	0.048	0.029	0.068	0.043	0.085	0.072	0.134
		Izquierda	0.023	0.056	0.027	0.077	0.033	0.089	0.078	0.137
Extrusora 1	De pie sobre plataforma	Derecha	0.045	0.033	0.028	0.072	0.024	0.091	0.076	0.135
		Izquierda	0.047	0.052	0.055	0.100	0.048	0.089	0.079	0.143
Extrusora 2	De pie sobre plataforma	Derecha	0.033	0.041	0.057	0.084	0.072	0.087	0.080	0.156
		Izquierda	0.028	0.032	0.029	0.058	0.063	0.064	0.077	0.131

**Tabla 4. 25** Cálculo de aceleración de vibración por ejes.

**Fuente:** Autor.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### INGENIERÍA MECÁNICA

<b>Nombre de la empresa:</b>	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A
<b>Procedimiento N°</b>	1
<b>Tipo de procedimiento:</b>	Vibración Cuerpo Completo (VCC)
<b>Equipo de medición utilizado:</b>	Vibrómetro
<b>Características técnicas del equipo:</b>	Modelo 230 Unidad de adquisición de datos (in/seg <sup>2</sup> )
<b>N° de puestos:</b>	1
<b>Nivel de ubicación</b>	2.50

# DE MEDICIONES	Máquina/ Herramienta	Trabajo que efectúa	Aceleración máxima con frecuencia de ponderación RMS Xh, Yh, Zh				Evaluación de exposición a 8h				
			Duración de exposición	Ahw(T) m/seg <sup>2</sup>	AMP (m/seg <sup>2</sup> )	Índice de riesgo	Valoración de riesgo		EDE(A8)	EPS (A8)12H	0.5 >= VA <= 1.15 VL > 1.15
							Tolerable <1	Intolerable >1			
1	Escurreidora	Extrusión de materia prima para juguetes caninos	7	0.264	1.5	0.176	Tolerable		0.247	0.222	Valor de acción

2	Divididora	Separador de cuero proveniente de la escurridora	7	0.309	1.5	0.206	Tolerable	0.289	0.241	Valor de acción
3	Sierra circular 1	Corte de material excesivo proveniente de las extrusoras	7	0.287	1.5	0.191	Tolerable	0.268	0.232	Valor de acción
4	Sierra circular 2	Corte de material excesivo proveniente de las extrusoras	7	0.3	1.5	0.200	Tolerable	0.281	0.237	Valor de acción
5	Extrusora 1	Extrusión de carnaza para juguetes caninos	7	0.304	1.5	0.203	Tolerable	0.284	0.239	Valor de acción
6	Extrusora 2	Extrusión de carnaza para juguetes caninos	7	0.303	1.5	0.202	Tolerable	0.283	0.238	Valor de acción

**Tabla 4. 26** Cálculo del valor de acción y valor límite.

**Fuente:** Autor.

<b>VALORACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	MOLESTIAS MEDIAS	PERTURBACIONES	NOCIVIDAD
<b>PUESTO</b>	<b>OPERADOR DE MÁQUINAS AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>				
	<b>VIBRACIÓN MANO BRAZO</b>				
<b>RESULTADOS</b>	<b>ACELERACIÓN:</b>			<b>TIEMPO:</b>	
<b>DOSIS MANO BRAZO</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>0,1-0,5</b>	<b>0,5-1</b>	<b>1-2</b>	<b>&gt;2</b>
VALORACIÓN	SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	MOLESTIAS MEDIAS	PERTURBACIONES	NOCIVIDAD
	1	2	3	4	5
	<b>VIBRACIÓN CUERPO ENTERO</b>				
<b>RESULTADOS</b>	<b>ACELERACIÓN:</b>			<b>TIEMPO:</b>	
<b>DOSIS CUERPO ENTERO</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>0,1-0,5</b>	<b>0,5-1</b>	<b>1-2</b>	<b>&gt;2</b>
VALORACIÓN	SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	MOLESTIAS MEDIAS	PERTURBACIONES	NOCIVIDAD
	1	2	3	4	5

**Tabla 4. 27** Resultados evaluación vibraciones

**Fuente:** MAPFRE 1995 III

<b>VALORACIÓN</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1-2</b>
RIESGO	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
<b>PUNTUACIÓN</b>		<b>1700</b>		

**Tabla 4. 28** Calificación de riesgo de accidente.

**Fuente:** Autor.

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS DEL RIESGO

#### 4.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECCIONES POR RIESGO DE RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN

- De la Figura 4.1 se observa un porcentaje de 75% de hipoacusia causada por ruido como afección principal de la exposición a los factores de riesgo.

#### **4.1.2 ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO CON LA MATRIZ PROBABILIDAD GRAVEDAD VULNERABILIDAD (PGV)**

- De la tabla 4.1 y figura 4.3 se observa la presencia de todos los factores de riesgo, predominando los riesgos por ruido por el número de 80 interacciones y que corresponde al 52% del total.
- De la tabla 4.1 y figura 4.3 se observa que el número de interacciones de los factores de riesgo de iluminación con un número de 54 interacciones correspondiente al 35% del total.
- De la tabla 4.1 y figura 4.3 se observa que existen 21 interacciones para factores de riesgo por vibración y que corresponde al 14% del total.

#### **4.2. ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN.**

##### **4.2.1 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DEL RUIDO**

- De la tabla 4.3 se observa que el valor del riesgo por ruido en la zona de sierra circular es de 8.1 que corresponde a riesgo NOCIVO y está determinado por el valor del nivel de presión sonora equivalente de 92 dB dando como resultando una dosis de 8.

##### **4.2.2. ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE ILUMINACIÓN**

- De la tabla 4.15 se observa que el valor de riesgo por iluminación corresponde a un valor de 3 con riesgo deslumbrante determinado por el valor en la zona de empaque que equivale a 2000 lux.

##### **4.2.3 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE VIBRACIONES**

- De la tabla 4.31 se observa que el valor del riesgo por vibraciones es de 0.93 que corresponde a riesgo con valor SATISFACTORIO para vibraciones mano-brazo determinado por valores de aceleración de  $0,1 \text{ m/s}^2$ .
- De la tabla 4.33 se observa que el valor del riesgo por vibraciones es de 2 para la zona de sierra circular 2, que corresponde a riesgo SATISFACTORIO para vibraciones del cuerpo entero determinado por valores de aceleración de  $0,22 \text{ m/s}^2$ . Con una dosis total de 0,28 correspondiente a satisfactoria.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Luego de realizada las mediciones por ruido, iluminación y vibración en las respectivas áreas de estudio, se pudo determinar que las áreas expuestas presentan hipoacusia producida por ruido, problemas visuales producida por variación en la luz.

Además al comparar el nivel máximo de presión sonora equivalente de ruido y el nivel permitido dado por estudio según el Real Decreto 286/2006, artículo 5, el valor límite de exposición que da lugar a una acción corresponde a un nivel de 85 dB, mismo que produce afecciones de tipo auditivas tales como hipoacusia y presión arterial elevada.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Los datos tomados con cada uno de los equipos que corresponden a ruido, iluminación y vibración, pueden variar según el área ó puesto de trabajo, además se consideró que cada trabajador labora en una sola jornada de 8 horas.

1. Del análisis del riesgo se identificó la presencia de hipoacusia como principal causa de trastornos de sordera en los trabajadores de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.
2. De la significación de los riesgos utilizando la matriz PGV (Probabilidad, Gravedad, Vulnerabilidad) se encontró que el 55% de los riesgos intolerables tienen relación directa con trastornos por disminución de audición en AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.
3. De la tabla 4.15 se determinó que el área de mayor riesgo por iluminación corresponde a la zona de empaque con 2000 lux.
4. De la tabla 4.3 se observa que la mayor dosis corresponde A la zona de sierra circular con un valor de 8.187 y por tanto se debe tomar una acción.
5. Se pudo determinar que los niveles de vibración de la tabla 4.32 y 4.33 están dentro de los rangos permitidos de exposición.
6. Se pudo determinar las causas básicas tales como ruido propio por funcionamiento de las máquinas y que inciden en la aparición de trastornos de HIPOACUSIA en los

trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A con el siguiente valor de dosis 8.187 en el área de sierra circular.

7. La metodología de evaluación de riesgos que se utilizó, filtra la información en dos fases: el análisis del riesgo (identificación del peligro y estimación del riesgo) y la valoración del riesgo, principio de actuación que no se puede obtener con métodos individuales porque no se basan en el global del problema sino en la valoración individual.

8. Del análisis realizado se concluye que las condiciones actuales de trabajo como se ejecutan, pueden causar trastornos por ruido con riesgo INTOLERABLE (figura 4.3).

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

1. Desarrollar un programa de prevención de riesgos laborales para disminuir el riesgo de ruido, iluminación y vibración en los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

2. Dar prioridad a todos los niveles que se vean afectados por ruido, iluminación y vibración.

3. Sugerir la designación de un responsable de seguridad siguiendo la norma ISO 2631 y 5349, que cubra las falencias en cuanto a los niveles de riesgos como son el control permanente a los trabajadores en la utilización de los equipos de Protección; y desarrollo un programa de prevención global

## **CAPÍTULO VI**

### **6. PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

En el concepto de salud, a pesar de sus múltiples enfoques y tratamientos, se encontrará con una concepción más generalizada basada en tres aspectos médicos con sus dos aspectos: somático o fisiológico y psíquico.

Uno de los principales objetivos de la evaluación de riesgos laborales en la actualidad es ayudar a las empresas a mejorar el ambiente laboral y por ende el sistema de calidad interno, siguiendo normas que ayuden a mejorar las condiciones de salud de los trabajadores, ya que estos en algunos casos se ven afectados por factores tales como ruido, vibración e iluminación. En cada uno de los factores mencionados anteriormente se ven involucradas normas tales como el R.D (REAL DECRETO) 286/2006, de 10 de marzo, la N.T.P (Nota Técnica Preventiva) 566, las normas OHSAS 18001-2007 y la ISO 14001-2004.

La evaluación de ruido, iluminación y vibración dependerá de los equipos que se utilice, además de ciertos parámetros que influirán en la toma de medidas, tales como ambiente de trabajo y accesibilidad del mismo.

#### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La adquisición de datos se basó en los procedimientos tomados de las normas del RD (Real Decreto 286/2006), OSHAS8001, El reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, mejoramiento del medio ambiente de trabajo y las N.T.P (nota técnica preventiva).

La organización debe asegurarse de que se consideran los resultados de estas evaluaciones al determinar los controles.

Al establecer los controles o considerar cambios en los controles existentes se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo a la siguiente jerarquía:

- a) Eliminación
- b) Sustitución
- c) Controles de ingeniería
- d) Señalización/advertencias y/o controles administrativos
- e) Equipos de protección personal

La organización debe documentarse y mantener actualizados los resultados de la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y los controles determinados.

La organización debe asegurarse de que los riesgos para la SST y los controles determinados se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener su sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SST.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El objetivo del presente trabajo es evaluar los datos adquiridos correspondientes a ruido vibración e iluminación y determinar los factores a los que se encuentra expuestos los trabajadores según el Art.11. literal.2. D.E. 2393, para minimizar estos trastornos y que se ejecuten los trabajos sin mayor problema, libres de factores que dificulten las tareas a realizarse de producción adoptando las condiciones más adecuadas y brinde una seguridad absoluta.

### **6.4 OBJETIVOS**

-Realizar mapas de ruido e iluminación, para poder determinar de manera más general y rápida las áreas de mayor riesgo dentro de la planta, para de esta manera basándose en las normas se pueda corregir y minimizar la intensidad de dichas áreas.

-Realizar la atenuación correspondiente a ruido en los puestos de trabajo.

-Analizar los datos adquiridos y compáralos con las normas y determinar los riesgos más relevantes que pueden presentarse por el elevado tiempo de exposición a dicha contaminación.

-Tomar medidas de control para controlar y reducir el tiempo de exposición a ruido, iluminación y vibración de acuerdo a la norma OHSAS 18001 en su guion 4.3 de planificación, además de él guion 4.3.1 de identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles, el decreto ejecutivo (SST)2393 y las NTP 638 “estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos”.

-Sugerir la utilización de equipos de protección a cada uno de los operadores de dichas máquinas en las áreas de mayor exposición.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El presente trabajo está enfocado en lograr la disminución de los riesgos tales como ruido, vibración e iluminación, además de asegurar que se cumplan las normas OSHA 18001 en su guion 4.3 y 4.3.1 dispuestas para dicho tipo de trabajo para de esa manera asegurar la mejora del ambiente laboral dentro de la empresa.

### **6.5.1 ANÁLISIS DE COSTOS**

El análisis de costos del presente trabajo tiene como objetivo establecer el gasto y la inversión que el presente trabajo tiene como objetivo. El costo de dicho trabajo corresponde en su mayor parte al alquiler de equipos lo que representara una variabilidad misma que dependerá del tipo de medición que se vaya a realizar, además que en esta se verán involucrados gastos indirectos mismos que influirán en el costo final, por tal motivo el costo de este trabajo es incalculable.

### **6.5.2 COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES**

En el presente trabajo, se realizarán varias mediciones, mismas que fueron tomadas con varios equipos, además contaron con la supervisión respectiva para que el trabajo sea más preciso. En la siguiente tabla se muestran los valores de inversión de cada uno.

<b>INVERSIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
ALQUILER DE SONÓMETRO	1	450	450
ALQUILER DE DOSÍMETRO	1	450	450
ALQUILER DE VIBRÓMETRO	1	450	450
ALQUILER DE LUXÓMETRO	1	450	450
TUTORÍAS	2	250	500
MOVIMIENTOS	1	200	200
IMPRESIONES	10	4.5	45
		<b>TOTAL</b>	<b>2545</b>

**Tabla 6. 1** Análisis de costos unitarios.

**Fuente:** Auto.

### 6.5.1.2. COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos son aquellos que involucran gastos adicionales tales como transporte, fuentes de información, ayudantes, etc.

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Libros	250
Ayudantes	100
Transporte	100
<b>TOTAL</b>	<b>450</b>

**Tabla 6. 2** Análisis de costos indirectos.

**Fuente:** Autor.

## 6.6 FUNDAMENTACIÓN

### 6.6.1 MATRIZ DE RIESGOS

Para realizar la matriz de riesgos es necesaria la estimación cualitativa del riesgo por el método de triple criterio, por lo que analizamos el siguiente criterio:

- Probabilidad de ocurrencia: baja, media o alta
- Gravedad del daño: si es ligeramente dañino, dañino o extremadamente dañino
- Vulnerabilidad: si es media gestión, incipiente gestión, ninguna gestión.



Para lo descrito anteriormente se podrá observar la matriz probabilidad, gravedad, vulnerabilidad PGV. (Ver pagina 152)

Luego de la obtención de los resultados se procederá a la estimación del riesgo:

<b>Moderado</b>	<b>Importante</b>	<b>Intolerante</b>
3 a 4	5 a 6	7 a 8 y 9

Luego se procederá a realizar la calificación y estimación del riesgo (moderado, importante, e intolerante). En nuestro estudio los valores de la matriz de riesgos fueron que, en las áreas de trabajo; Existen riesgos derivados de la exposición al ruido, iluminación y vibración como lo podemos observar en las tablas 2.21, 2.22 y 2.23

### **6.6.2 MAPA DE RUIDO**

El mapa de ruido es una herramienta elaborada para determinar el área de mayor riesgo de ruido dentro de la planta y compararla con los límites indicados en las normas, además ayuda a estimar de manera rápida y visual cuáles áreas que exceden los límites de ruido.

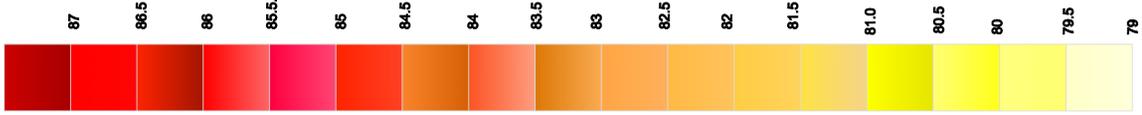
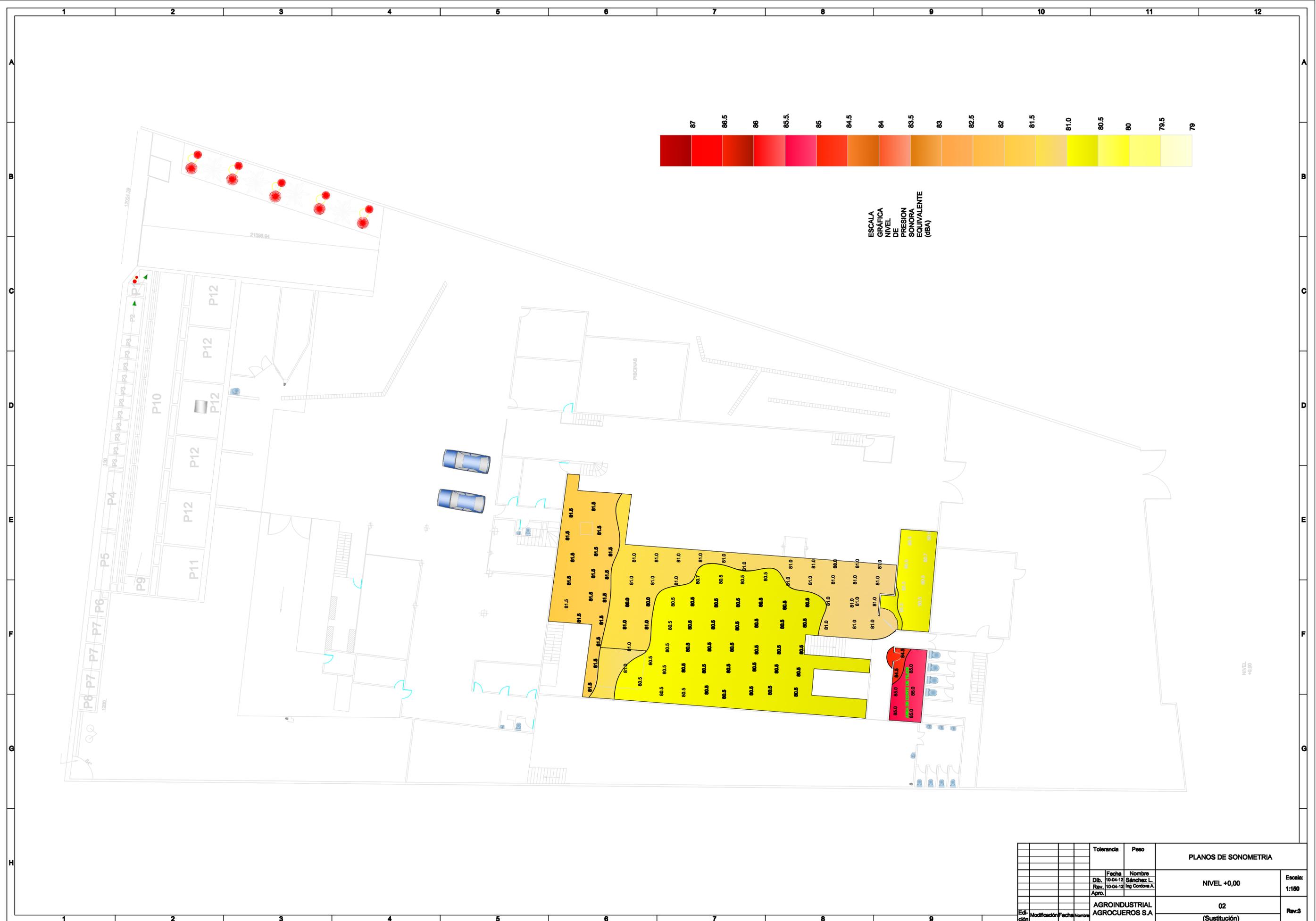
El mapa de ruido se elaboró luego de la recolección de datos con el sonómetro integrador promediador de clase 1, tomando las mediciones en cada punto de la planta a en una malla de 1.5m x 1.5m cubriendo de esta manera el área total de la planta

A continuación se muestra los mapas de ruido en el nivel -2.62, nivel +0.00, nivel +0.00 y nivel +2.50.

### **6.6.2.1. MAPA DE RUIDO NIVEL -2.62**



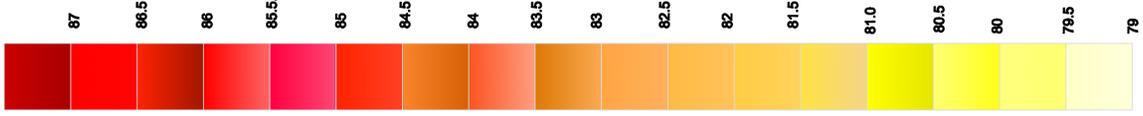
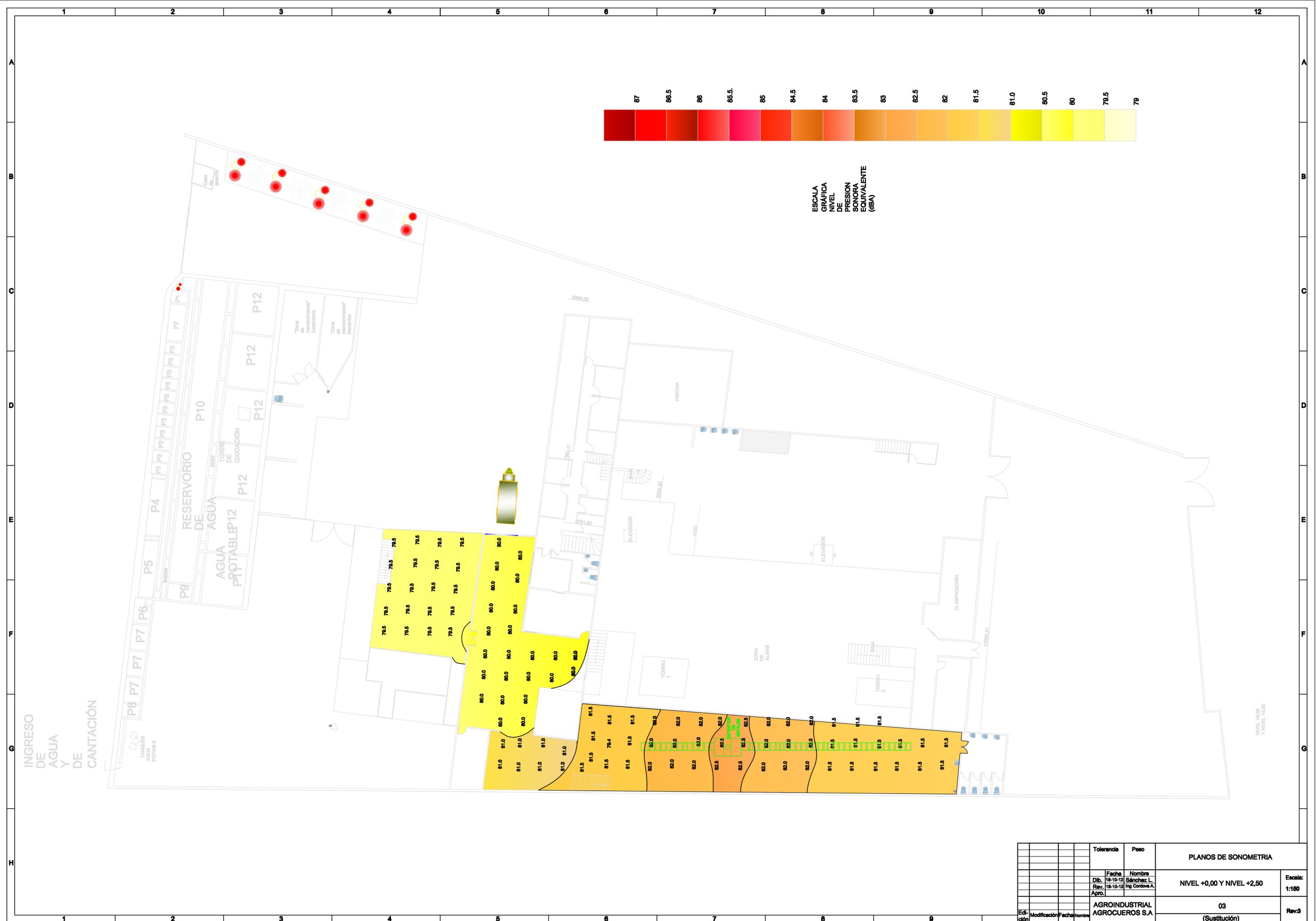
## **6.6.2.2. MAPA DE RUIDO NIVEL +0.00**



ESCALA  
GRÁFICA  
NIVEL  
DE  
PRESION  
SONORA  
EQUIVALENTE  
(dBA)

				Tolerancia	Peso	PLANOS DE SONOMETRIA	
				Fecha Dib.	Nombre	NIVEL +0,00	Escala: 1:150
				10-04-12	Sánchez L.		
				Rev.	10-04-12	Ing Cordove A.	
				Apro.			
						02	
						(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A			Rev:3

**6.6.2.3. MAPA DE RUIDO NIVEL +0.00 Y NIVEL  
+2.50**



ESCALA  
GRÁFICA  
DE  
NIVEL  
DE  
PRESION  
SONORA  
EQUIVALENTE  
(dBA)

INGRESO  
DE  
AGUA  
Y  
DE  
CANTACIÓN

TANQUES  
AGUA  
POTABLE

RESERVORIO  
DE  
AGUA  
POTABLE

TORRE  
DE  
OXIDACIÓN

"Zona  
de  
mantenimiento"  
Carpintería

"Zona  
de  
mantenimiento"  
Hidráulica

TOOGLI  
1

ZONA  
DE  
ALMAS

TOOGLI  
2

CLASIFICACIÓN

NIVEL +0,00  
Y NIVEL +2,00

				Tolerancia	Peso	PLANOS DE SONOMETRIA	
				Fecha Dib.	Nombre	NIVEL +0,00 Y NIVEL +2,50	Escala: 1:150
				Rev.	Ing Cordove A.		
				Apro.			
				AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A		03	Rev:3
						(Sustitución)	
Edi	Modificac	Fecha	Nombre				

Luego de evaluados los datos de ruido se procederá a realizar una dosimetría todas las áreas dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

### 6.6.3 CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN

Para realizar el cálculo de la atenuación de atenuación se lo hizo por puesto de trabajo y según los requerimientos

#### 6.6.3.1. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN POR EL MÉTODO DE BANDAS DE OCTAVA (EXACTO)

##### 6.6.3.1.1. ZONA HÚMEDA:

Para el cálculo de la atenuación primero se procede a la obtención de los datos del equipo de protección según el fabricante.



*Tapones reutilizables 3M™ 1261 y 1271*

**Tabla de atenuación – marcado CE (EN352-2)**

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9
Sf (dB)	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	9,6	6,7
APV (dB)	17,2	17,8	17,5	19,9	21,4	28,8	25,8	32,2

**SNR=25dB H=27 M=22 L=20**

**Tabla 6. 3** Atenuación-marcado comisión Europea CE (EN352-2)

**Fuente:** 3M Equipos de proteccion individual, protección auditiva, facial y de cabeza.

**ÍNDICE DE REDUCCIÓN ÚNICO (SNR)**, es el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado C (LC) para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A (LA') y viene dado por el fabricante.

**PROTECCIÓN ASUMIDA (APVf) DE UN PROTECTOR**, es un valor por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (mf), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica ( $\sigma$ ) obtenida en dichos ensayos.

$$APV_f = mf - \sigma \quad \text{ec (6.1)}$$

El valor de APVf así calculado es la atenuación de que se dispondrá con una probabilidad del 84% o, lo que es lo mismo, es la atenuación de que dispondrán 84 de cada 100 personas que lo utilicen. Si se desea aumentar la eficacia de la atenuación al 95% se utilizará  $APV_f = mf - 1,64\sigma$  tomada de la guía para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, real decreto 286/2006, de 10 de marzo. Otros valores de eficacia de atenuación se dan en la tabla 6.4.

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
75	$APV_{f=mf} - 0.67\sigma$
80	$APV_{f=mf} - 0.84\sigma$
84	$APV_{f=mf} - 1.00\sigma$
85	$APV_{f=mf} - 1.04\sigma$
90	$APV_{f=mf} - 1.28\sigma$
95	$APV_{f=mf} - 1.64\sigma$
99.5	$APV_{f=mf} - 2.58\sigma$

**Tabla 6. 4** Porcentajes de protección y protección asumida de un protector auditivo.

**Fuente:** Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, real decreto 286/2006, de 10 de marzo.

## DATOS DE RUIDO SEGÚN ESPECTRO DE FRECUENCIA

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lb (dB)	72.7	78.4	83.4	83.0	74.1	69.3	62.4	56.0

**Tabla 6. 5** Espectros de frecuencia de banda de octava de la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Luego se calcula el valor de LA con la ecuación 6.2

$$LA = Lf + Af \quad \text{ec 6.2}$$

Donde;

LA= Nivel de presión sonora y se obtendrá por banda de octava y de manera global.

Lf=Nivel de presión sonora por banda de octava es el dato proporcionado por el sonómetro integrador promediador en cada banda de octava.

Af=Es la **ponderación A** en cada banda de octava: Esta es una constante y viene dado según su espectro de frecuencia tal como se muestra en la tabla 6.6.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A (dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

**Tabla 6. 6** Ponderación (A) en cada banda de octava.

**Fuente:** Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, real decreto 286/2006, de 10 de marzo.

mf =**Valor medio de atenuación por banda de octava** en diferentes ensayos y viene proporcionado por el fabricante.

$\sigma$  o Sf =**desviación típica** obtenida en dichos ensayos y viene proporcionado por el fabricante.

AVPf = **Protección asumida** de un protector y viene proporcionado en tablas de los fabricantes.

Entonces según la ecuación 6.2, se tiene el valor de LA para cada banda de octava.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.7	78.4	83.4	83.0	74.1	69.3	62.4	56.0	87.34
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	46.5	62.3	74.8	79.8	74.1	70.5	63.4	54.9	82.22

**Tabla 6. 7** Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Luego se calcula el valor de LA' según el Valor medio de atenuación por banda de octava (mf), la desviación típica ( $\sigma$ ) y la protección asumida (AVPf) que viene dado por el fabricante y se tiene lo siguiente:

$$LA' = 10 * \log \sum_{63Hz}^{8000Hz} 10^{0.1(Lf+Af-VPf)} \quad ec (6.3)$$

$$LA' = LA - AVPf \quad ec(6.4)$$

$$Lf = 10 * \log \sum_{63Hz}^{8000Hz} 10^{0.1(Lf)} \quad ec (6.5)$$

$$LA = 10 * \log \sum_{63Hz}^{8000Hz} 10^{0.1(LA)} \quad ec (6.6)$$

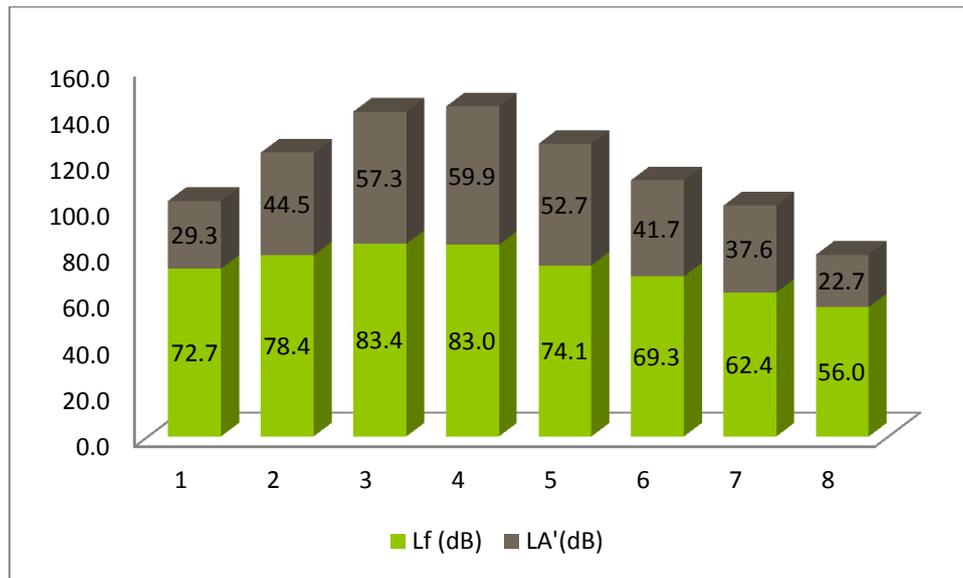
La ecuación 6.3 se aplica para obtener el nivel global correspondiente a LA' en cada banda de octava, la ecuación 6.4 se aplica para obtener el Lf' para cada frecuencia de la banda de octava y de manera global, la ecuación 6.5 se aplica para obtener el LA para cada frecuencia de la banda de octava y de manera global. De manera que se tiene lo siguiente:

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.7	78.4	83.4	83.0	74.1	69.3	62.4	56.0	87.34
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	46.5	62.3	74.8	79.8	74.1	70.5	63.4	54.9	82.22
mf	26.6	27.7	28.4	29.5	29.6	35.6	35.4	38.9	
$\sigma$	9.4	9.9	10.9	9.6	8.2	6.8	9.6	6.7	
AVPf	17.2	17.8	17.5	19.9	21.4	28.8	25.8	32.2	
LA'(dB)	29.3	44.5	57.3	59.9	52.7	41.7	37.6	22.7	62.43

**Tabla 6. 8** Cálculo de la atenuación (LA') de la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Por lo tanto el valor de atenuación final es de 62.43 dB A



**Figura 6. 1** Espectro de atenuación en banda de octava para la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

$L_f(g) = L_f \text{ global}$

$LA'(g) = LA' \text{ global}$

$L_f - LA'$

$87.34 - 62.43 = 24.91$

Lo que se interpreta como una reducción de aproximadamente 25 dB(A).

Por tanto, se seleccionan los tapones reutilizables de marca 3M 1261 y 1271 ya que ofrecen una reducción de ruido de 25 dB(A), además de poseer buenas propiedades tales como adaptarse al oído y debido a que su configuración es cónica, mejora el contacto con la cavidad auditiva ajustándose a cualquier tamaño de oído.

Ahora se debe analizar el ambiente de trabajo en el que se desarrolla el ruido y verificar si en el ambiente no existen riesgos biológicos caso contrario se debe seleccionar otro tipo de protección auditiva que proteja de manera adecuada a toda la periferia del oído: Como en la zona no existe riesgo biológico la selección es adecuada.

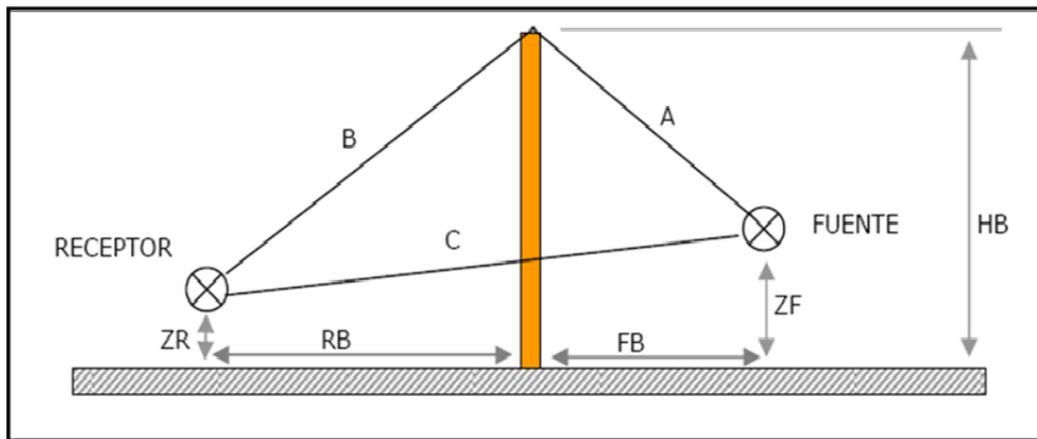
Para los cálculos que se realizara mas adelante, solo se mostrará la tabla de datos de cálculo con su atenuación respectiva y se los hará en base al real decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, transposición de la Directiva 89/686/CEE. y la Norma técnica UNE-EN 352-2, sobre los requisitos generales que deben cumplir los protectores auditivos tipo tapón.

Como nota final se debe tomar en cuenta que para que el equipo de protección auditivo (EPA) funcione adecuadamente debe ser utilizado el mayor tiempo posible, caso contrario el equipo pierde efectividad de manera exponencial.

### ATENUACIÓN POR BARRERAS

Se realiza la atenuación por barreras en la zona húmeda, debido a que es una de las áreas con ruido excesivo.

### ZONA HÚMEDA



$$IL = 5 + 20 * \log \frac{\sqrt{2 * \pi * N}}{\tanh \sqrt{2 * \pi * N}} \quad \text{ec 6.7}$$

$$N = \frac{2\delta}{\lambda}$$

$$\delta = A + B - C$$

$$\lambda = \frac{Vs}{f}$$

**Donde:**

**IL:** Corresponde a la atenuación por inserción en [dB], correspondiendo a la diferencia entre el NPS sin y con barrera.

**N:** Corresponde al número de Fresnel.

**A:** Distancia desde la fuente al borde superior de la barrera [m].

**B:** Distancia desde el receptor hasta el borde superior de la barrera [m].

**B:** Distancia entre la fuente y el receptor [m].

**HB:** Altura de la barrera acústica.

**ZF:** Altura de la fuente.

**ZR:** Altura del receptor.

**RB:** Distancia perpendicular del receptor a la barrera.

**FB:** Distancia perpendicular del receptor a la barrera.

**Vs:** es la velocidad del sonido (340 m/seg).

$\lambda$ : es la longitud de onda del sonido emitido por la fuente;

$\delta$ : es la diferencia de caminos planteada por: A, B y C.

**f:** es la frecuencia del sonido emitido por la fuente.

Datos de ubicación de la extractora de humedad (fuente) y el receptor

<b>HB</b>	3	m
<b>ZF</b>	1	m
<b>ZR</b>	1.5	m
<b>FB</b>	5	m
<b>RB</b>	8	m
<b>A</b>	8	m
<b>B</b>	12	m
<b>C</b>	19	m

**Tabla 6. 9** Datos de ubicación de la barrera para la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Para el cálculo de atenuación por barreras se debe tener en cuenta los siguientes parámetros para la atenuación dados en la tabla 6.9.

Datos de sonido de l zona húmeda:

# de muestras	Frecuencia	$\lambda$
1	31	11.100
2	63	5.400
3	125	2.700
4	250	1.400
5	500	0.700
6	1000	0.300
7	2000	0.200
8	4000	0.100
9	8000	0.043
10	16000	0.022

**Tabla 6. 10** Datos de frecuencia de sonido para la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Se selecciona el material acústico OSB Oriented Strand Board (Tablero de fibra orientada), ya que este material posee propiedades acústicas tales como:

TIPO DE TABLERO	Coeficiente de absorción acústico según rango de frecuencias		Densidad típica $\text{Kg/m}^3$	Coeficiente de conductividad térmica $\text{Kg/m}^3$
	Partículas y virutas orientadas (OSB)	250 a 500 Hz	1000 a 2000 Hz	600 a 680
0.10		0.25		

**Tabla 6. 11** Datos de propiedades de tableros acústicos.

**Fuente:** Norma UNE-EN 13986.

Por lo tanto tenemos:

$$\delta = A + B - C$$

$$\delta = 8 + 12 - 19$$

$$\delta = 1\text{m}$$

La reducción sonora global se expresa por la ecuación 6.8.

$$IL_{global} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{N} \sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right) - 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{N} \sum 10^{\frac{(L_i - IL_i)}{10}} \right) \quad \text{ec 6.8}$$

Donde:

$L_i$  es el nivel sonoro en cada banda de octava o de tercio de octava.

$IL_i$  o  $IL$  es la reducción sonora estimada por el método de Maekawa o la ecuación de Kurze y Anderson.

# de muestras	Frecuencia	$\delta$	$\lambda$	Numero de Fresnel N()	IL
1	31	1	11.100	0.18	7.62
2	63	1	5.400	0.37	9.49
3	125	1	2.700	0.74	11.91
4	250	1	1.400	1.43	14.57
5	500	1	0.700	2.86	17.54
6	1000	1	0.300	6.67	21.22
7	2000	1	0.200	10.00	22.98
8	4000	1	0.100	20.00	25.99
9	8000	1	0.043	46.51	29.66
10	16000	1	0.022	93.02	32.67
<b>II(global)</b>					<b>19.25</b>

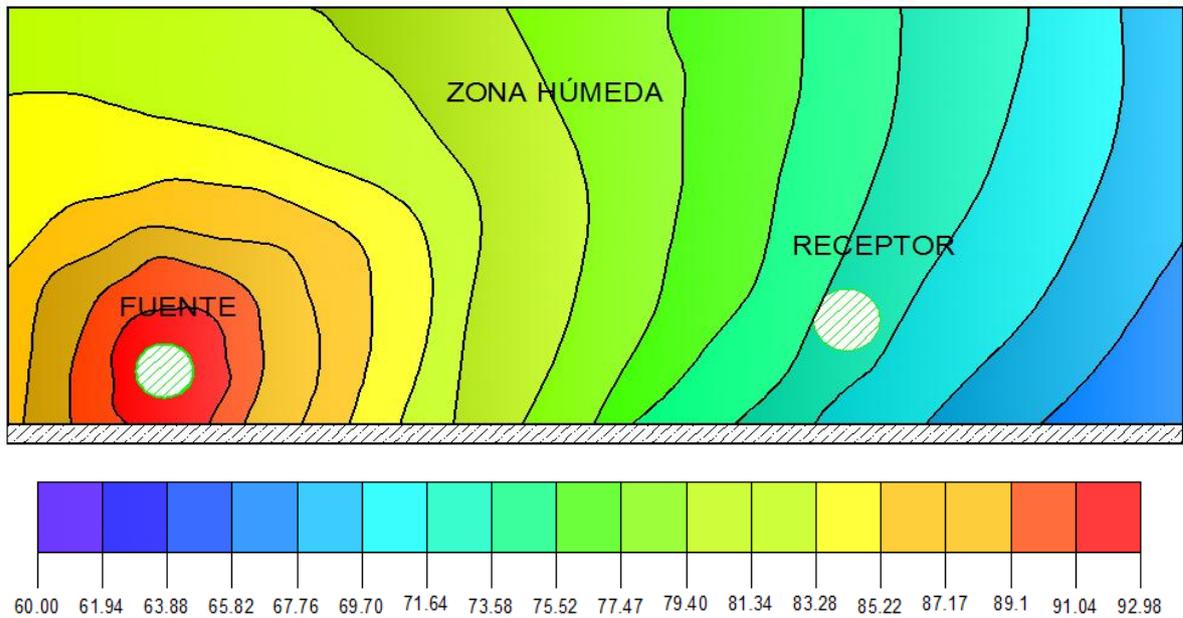
**Tabla 6. 12** Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona húmeda.

**Fuente:** Autor.

Lo que implica una atenuación global de 19.25 dB en el lugar del receptor.

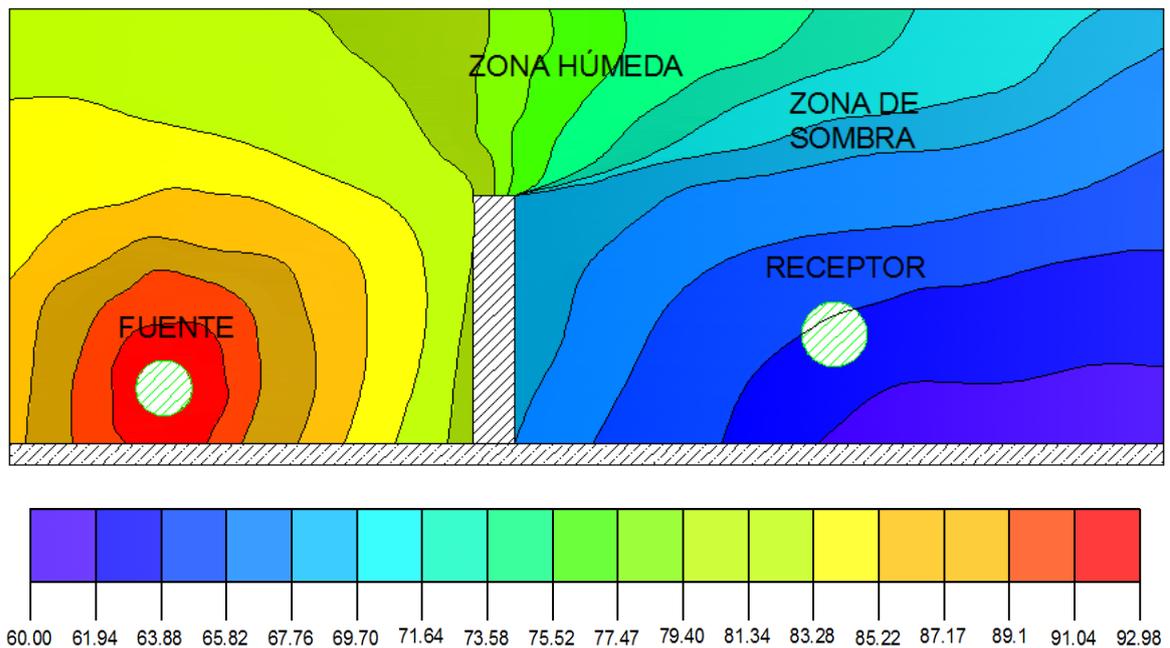
Dado lo anterior y considerando que el nivel de ruido estimado para un receptor ubicado a 8 metros de distancia fue de 72 dB(A), el nuevo nivel de ruido corresponderá a:

$$\text{Nivel de Ruido} = 87.34 - 19.25 \text{ dB(A)} = 68.09 \text{ dB(A)}.$$



**Figura 6. 2** Mapa de ruido en la zona húmeda antes de colocar la barrera.

**Fuente:** Autor.



**Figura 6. 3** Mapa de ruido en la zona húmeda después de colocar la barrera.

**Fuente:** Autor.

Lo que cumple con la normativa del real decreto 286/2006, de 10 de marzo en el artículo 15, “valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción”, que establece un límite de ruido de 85 dB(A).

### 6.6.3.1.2. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA DE SIERRA CIRCULAR

Esta zona se encuentra libre de riesgo biológico. Por lo tanto se selecciona el siguiente modelo.

Las especificaciones y modelos están en función de las normas UNE-EN 352, UNE-EN ISO 4869-2

**Datos de ruido correspondientes a la zona de sierras circular:**

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.0	71.7	79.5	81.4	87.6	82.1	84.6	80.4	91.44

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.0	71.7	79.5	81.4	87.6	82.1	84.6	80.4	91.44
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.0	71.7	79.5	81.4	87.6	82.1	84.6	80.4	91.44
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	45.8	55.6	70.9	78.2	87.6	83.3	85.6	79.3	91.19

**Tabla 6. 13** Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de sierra circular.

**Fuente:** Autor.

Por lo tanto el cálculo de la atenuación será:

Datos del fabricante: Modelo 3M-1310

Tabla de atenuación (colocado en la nuca) – marcado CE (EN352-2)								
F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	19,9	20,1	20,4	22,7	24,7	36,2	40,1	42,9
Sf (dB)	4,6	4,1	4,7	5,5	2,9	4,3	3,0	4,1
APV (dB)	15,3	16,0	15,7	17,2	21,8	31,9	37,1	38,8
SNR=25dB H=30 M=21 L=18								

**Tabla 6. 14** Datos del fabricante para dos posiciones distintas.

**Fuente:** 3M Equipos de protección individual, protección auditiva, facial y de cabeza

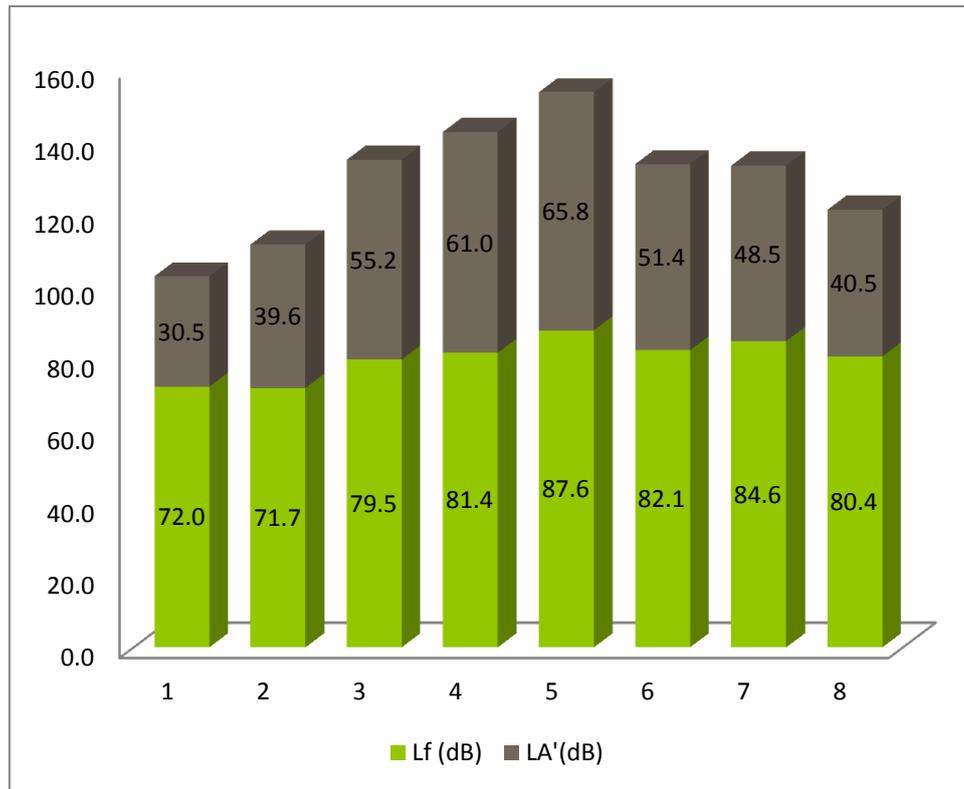
Cálculo de la atenuación:

<b>LA(dB)</b>	45.8	55.6	70.9	78.2	87.6	83.3	85.6	79.3	91.19
<b>mf</b>	19.9	20.1	20.4	22.7	24.7	36.2	40.1	42.9	
<b><math>\sigma</math></b>	4.6	4.1	4.7	5.5	2.9	4.3	3.0	4.1	
<b>AVPf</b>	15.3	16	15.7	17.2	21.8	31.9	37.1	38.8	
<b>LA'(dB)</b>	30.5	39.6	55.2	61.0	65.8	51.4	48.5	40.5	67.50

**Tabla 6. 15** Cálculo de la atenuación LA' de la zona de sierra circular

**Fuente:** Autor

La atenuación final será de 67.5 dB(A) con una reducción general de 23.94 dB(A)



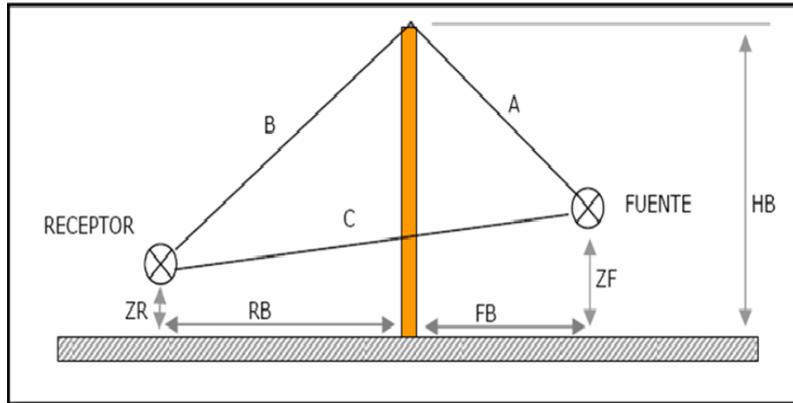
**Figura 6. 4** Espectro de atenuación para zona de sierras circular en banda de octava.

**Fuente:** Autor.

## ATENUACIÓN POR BARRERAS

Se realiza la atenuación por barreras debido a que es una de las áreas con ruido excesivo.

## ZONA SIERRA CIRCULAR



Datos de ubicación:

<b>HB</b>	3	m
<b>ZF</b>	1	m
<b>ZR</b>	1.5	m
<b>FB</b>	5	m
<b>RB</b>	8	m
<b>A</b>	4	m
<b>B</b>	8	m
<b>C</b>	8	m

**Tabla 6. 16** Datos de ubicación de la barrera para zona de sierra circular.

**Fuente:** Autor.

Datos de ruido:

# de muestras	Frecuencia	$\lambda$
1	31	14.50
2	63	12.60
3	125	9.85
4	250	8.75
5	500	5.23
6	1000	1.20
7	2000	0.85
8	4000	0.35
9	8000	0.09
10	16000	0.02

**Tabla 6. 17** Datos de frecuencia de sonido para zona de sierra circular.

**Fuente:** Autor.

Se selecciona el material OSB (Tablero de fibra orientada) anteriormente con las propiedades anteriormente descritas.

de muestras	Frecuencia	A+B-C	$\lambda$	Número de Fresnel N()	IL
1	31	4	14.50	0.55	10.82
2	63	4	12.60	0.63	11.33
3	125	4	9.85	0.81	12.27
4	250	4	8.75	0.91	12.74
5	500	4	5.23	1.53	14.86
6	1000	4	1.20	6.67	21.22
7	2000	4	0.85	9.41	22.72
8	4000	4	0.35	22.86	26.57
9	8000	4	0.09	94.12	32.72
10	16000	4	0.02	363.64	38.59
<b>Il(global)</b>					<b>23.63</b>

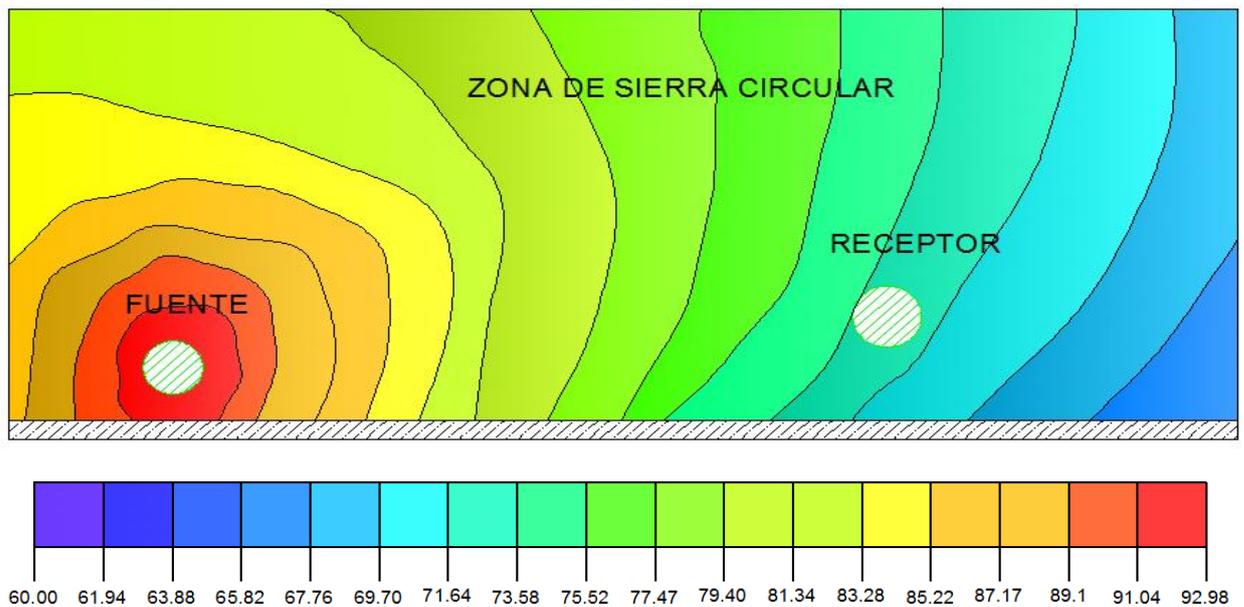
**Tabla 6. 18** Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona sierra circular.

**Fuente:** Autor.

Lo que implica una atenuación global de 23.63 dB en el lugar del receptor.

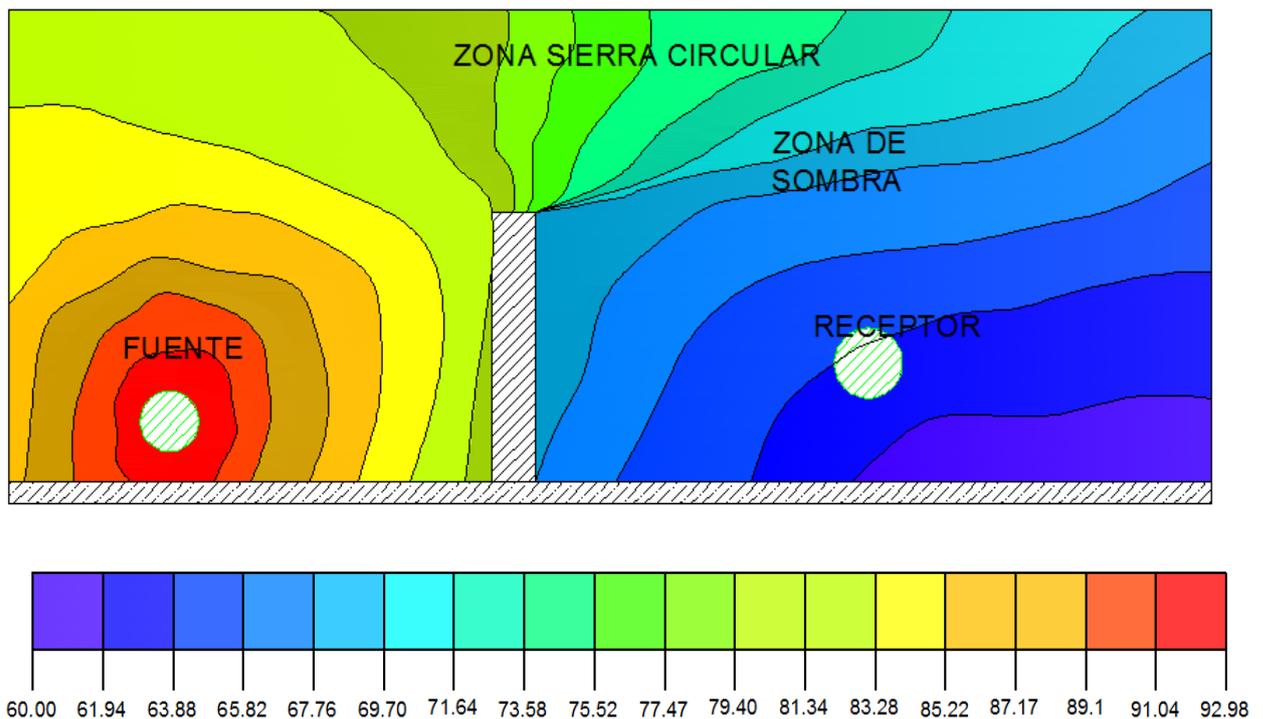
Dado lo anterior y considerando que el nivel de ruido estimado para un receptor ubicado a 8 metros de distancia fue de 91.44 dB(A), el nuevo nivel de ruido corresponderá a:

$$\text{Nivel de Ruido} = 91.44 - 23.63 \text{ dB(A)} = 67.81 \text{ dB(A)}$$



**Figura 6. 5** Mapa de ruido en la zona de sierra circular antes de colocar la barrera

**Fuente:** Autor



**Figura 6. 6** Mapa de ruido en la zona de sierra circular después de colocar la barrera.

**Fuente:** Autor.

Lo que cumple con la normativa del real decreto 286/2006, de 10 de marzo en el artículo 15, “valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción”, que establece un límite de ruido de 85 dB(A).

### 6.6.3.1.3 CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA MÁQUINA EXTRUSORA

En esta zona se realiza la extrusión de la materia prima misma que contiene varios componentes tóxicos para la manipulación por tanto en el área existe riesgo biológico, por ende se debe seleccionar orejeras que cubran toda la periferia del oído.

Datos de ruido de la zona

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.5	83.1	80.4	80.5	86.8	83.1	84.2	82.4	91.94

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	72.5	83.1	80.4	80.5	86.8	83.1	84.2	82.4	91.94
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	46.3	67.0	71.8	77.3	86.8	84.3	85.2	81.3	91.10

## Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de extrusión

Cálculo de la atenuación:

Datos proporcionados por el fabricante.




Orejera 3M™ 1440

**Tabla de atenuación – marcado CE (EN352-1)**

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	13,7	11,2	19,1	25,7	29,2	32,0	36,8	39,0
Sf (dB)	3,9	3,2	2,2	2,7	3,1	2,3	2,7	3,7
APV(dB)	9,8	8,0	16,9	23,0	26,1	29,7	34,1	35,3

**SNR=27dB H=31 M=24 L=16**

**Tabla 6. 19** Datos del fabricante (Tabla de atenuación).

**Fuente:** 3M Equipos de protección individual, Protección auditiva, Facial y de cabeza

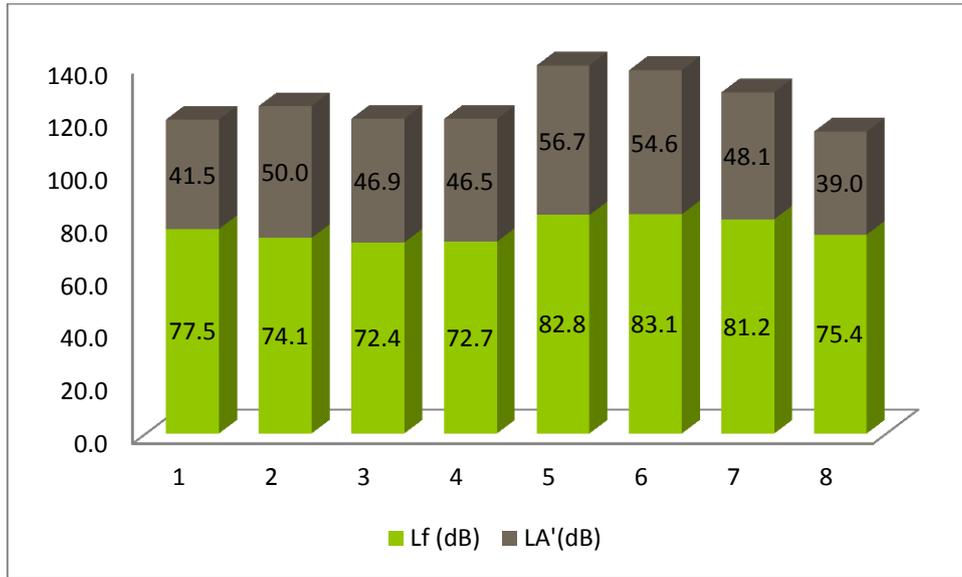
La información general nos dice que es de alto confort y protege de manera individual al oído.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
<b>Lf (dB)</b>	72.5	83.1	80.4	80.5	86.8	83.1	84.2	82.4	91.94
<b>Af(dB)</b>	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
<b>LA(dB)</b>	46.3	67.0	71.8	77.3	86.8	84.3	85.2	81.3	91.10
<b>mf</b>	13.7	11.2	19.1	25.7	29.2	32.0	36.8	39	
<b>σ</b>	3.9	3.2	2.2	2.7	3.1	2.3	2.7	3.7	
<b>AVPf</b>	9.8	8	18.8	23	26.1	31.7	34.1	35.3	
<b>LA'(dB)</b>	36.5	59.0	-117.0	54.3	60.7	-233.4	51.1	46.0	63.82

**Tabla 6. 20** Cálculo de atenuación para máquina extrusora.

**Fuente:** Autor.

La atenuación final será de 63.82 dB(A) con una reducción general de 28.12 dB(A)



**Figura 6. 7** Espectro de atenuación en banda de octava para la zona de zona de extrusión.

**Fuente:** Autor.

El protector auditivo así seleccionado cumple satisfactoriamente con las especificaciones indicadas además de poseer la cualidad de proteger a la periferia del oído de cualquier riesgo biológico que pueda dañar de esta manera la cavidad auditiva.

#### 6.6.3.1.4. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA ARMADO

Datos de ruido del área a calcular la atenuación:

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	77.5	74.1	72.4	72.7	82.8	83.1	81.2	75.4	88.32

Rango de frecuencia de ponderación A en cada banda octava

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	79.5	84.1	82.4	82.7	82.8	83.1	80.2	85.4	91.91
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	53.3	68.0	73.8	79.5	82.8	84.3	81.2	84.3	89.91

**Tabla 6. 21** Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de armado.

**Fuente:** Autor.

Datos del fabricante

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9
Sf (dB)	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	9,6	6,7
APV (dB)	17,2	17,8	17,5	19,9	21,4	28,8	25,8	32,2

**SNR=25dB H=27 M=22 L=20**

**Tabla 6. 22** Atenuación-marcado CE (EN352-2).

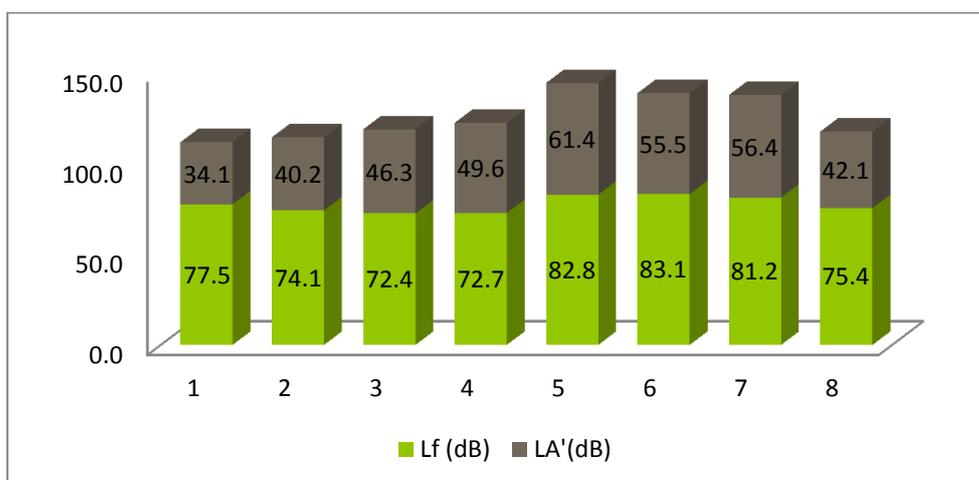
**Fuente:** 3M Equipos de protección individual, protección auditiva, facial y de cabeza.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
<b>Lf (dB)</b>	77.5	74.1	72.4	72.7	82.8	83.1	81.2	75.4	88.32
<b>Af(dB)</b>	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
<b>LA(dB)</b>	51.3	58.0	63.8	69.5	82.8	84.3	82.2	74.3	88.23
<b>mf</b>	26.6	27.7	28.4	29.5	29.6	35.6	35.4	38.9	
<b>Desviación estándar</b>	9.4	9.9	10.9	9.6	8.2	6.8	9.6	6.7	
<b>AVPf</b>	17.2	17.8	17.5	19.9	21.4	28.8	25.8	32.2	
<b>LA'(dB)</b>	34.1	40.2	46.3	49.6	61.4	55.5	56.4	42.1	63.68

**Tabla 6. 23** Cálculo de la atenuación (LA') en la zona de armado.

**Fuente:** Autor.

La atenuación final será de 62.43 dB(A) con una reducción general de 24.91 dB(A).



**Figura 6. 8** Espectro de atenuación por banda de octava para la zona de armado.

**Fuente:** Autor.

### 6.6.3.1.5. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA QUEMADORES

Datos de ruido en la zona de armado.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	79.5	84.1	82.4	82.7	82.8	83.1	80.2	85.4	91.91

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	79.5	84.1	82.4	82.7	82.8	83.1	80.2	85.4	91.91
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	53.3	68.0	73.8	79.5	82.8	84.3	81.2	84.3	89.91

**Tabla 6. 24** Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de quemadores.

**Fuente:** Autor.

Datos del fabricante

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	13,7	11,2	19,1	25,7	29,2	32,0	36,8	39,0
Sf (dB)	3,9	3,2	2,2	2,7	3,1	2,3	2,7	3,7
APV(dB)	9,8	8,0	16,9	23,0	26,1	29,7	34,1	35,3

**SNR=27dB H=31 M=24 L=16**

**Tabla 6. 25** Atenuación-marcado CE (EN352-1).

**Fuente:** 3M Equipos de protección individual, protección auditiva, facial y de cabeza.

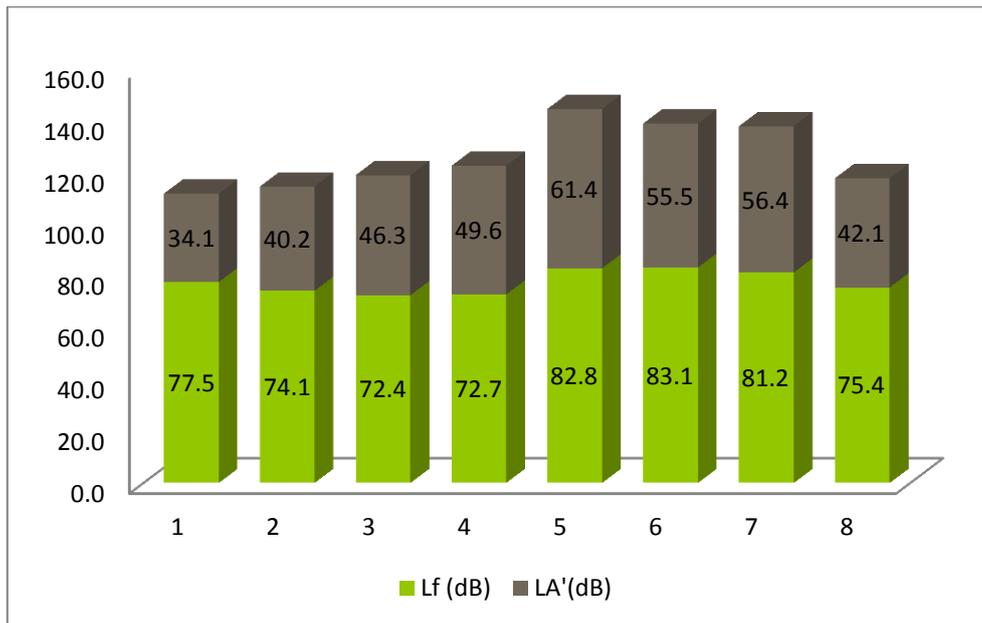
Cálculo de la atenuación:

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	79.5	84.1	82.4	82.7	82.8	83.1	80.2	85.4	91.91
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	53.3	68.0	73.8	79.5	82.8	84.3	81.2	84.3	89.91
mf	13.7	11.2	19.1	25.7	29.2	32	36.8	39	
Desviación estándar	3.9	3.2	2.2	2.7	3.1	2.3	2.7	3.7	
AVPf	9.8	8	16.9	23	26.1	29.7	34.1	35.3	
LA'(dB)	43.5	60.0	56.9	56.5	56.7	54.6	47.1	49.0	64.54

**Tabla 6. 26** Cálculo de la atenuación (LA') en la zona de armado.

**Fuente:** Autor.

La atenuación final será de 64.54 dB(A) con una reducción general de 26.67 dB(A).



**Figura 6. 9** Espectro de atenuación por banda de octava de la zona de quemadores.

**Fuente:** Autor.

#### 6.6.3.1.6. CÁLCULO DE ATENUACIÓN ZONA DE CORTE DE REJOS

**Datos de ruido de la zona de corte de rejós**

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
<b>Lf (dB)</b>	80.5	83.1	83.4	81.7	82.5	83.7	80.2	83.4	91.52

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
<b>Lf (dB)</b>	80.5	83.1	83.4	81.7	82.5	83.7	80.2	83.4	91.52
<b>Af(dB)</b>	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
<b>LA(dB)</b>	54.3	67.0	74.8	78.5	82.5	84.9	81.2	82.3	89.52

**Tabla 6. 27** Cálculo del nivel de presión sonora (LA) de la zona de corte de rejós.

**Fuente:** Autor.

Datos del fabricante:

Debido a que en la zona existe polvo y viruta producto del corte de material se seleccionó el siguiente protector auditivo.

F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	13,7	11,2	19,1	25,7	29,2	32,0	36,8	39,0
Sf (dB)	3,9	3,2	2,2	2,7	3,1	2,3	2,7	3,7
APV(dB)	9,8	8,0	16,9	23,0	26,1	29,7	34,1	35,3

SNR=27dB H=31 M=24 L=16

**Tabla 6. 28** Atenuación-marcado CE (EN352-1).

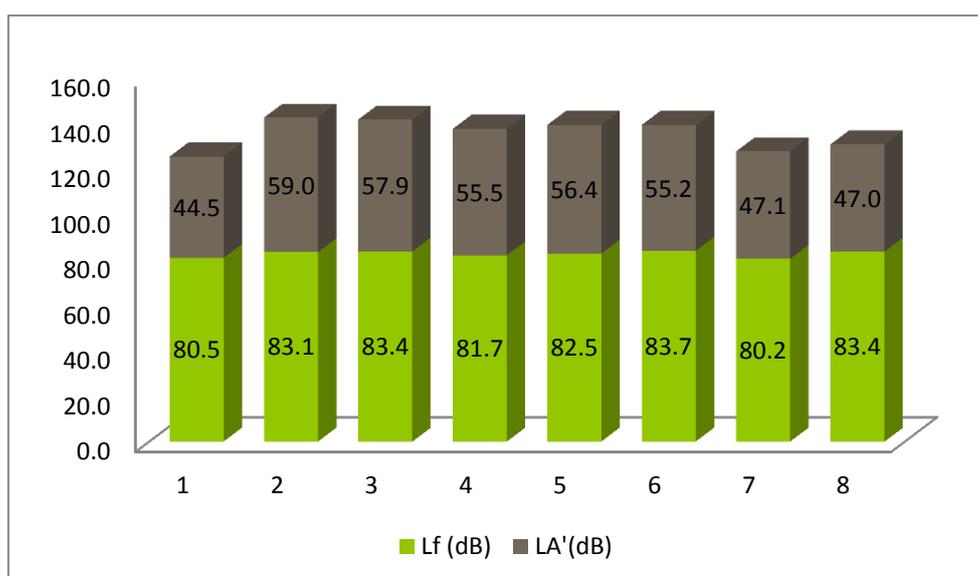
**Fuente:** 3M Equipos de protección individual, protección auditiva, facial y de cabeza.

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
Lf (dB)	80.5	83.1	83.4	81.7	82.5	83.7	80.2	83.4	91.52
Af(dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
LA(dB)	54.3	67.0	74.8	78.5	82.5	84.9	81.2	82.3	89.52
mf	13.7	11.2	19.1	25.7	29.2	32	36.8	39	
Desviación estándar	3.9	3.2	2.2	2.7	3.1	2.3	2.7	3.7	
AVPf	9.8	8	16.9	23	26.1	29.7	34.1	35.3	
LA'(dB)	44.5	59.0	57.9	55.5	56.4	55.2	47.1	47.0	64.25

**Tabla 6. 29** Cálculo de la atenuación LA' en la zona de corte de rejos.

**Fuente:** Autor.

La atenuación final será de 64.25 dB(A) con una reducción general de 27.27 dB(A).



**Figura 6. 10** Espectro de atenuación por banda de octava de la zona de corte de rejos.

**Fuente:** Autor.

## ATENUACIÓN POR BARRERAS

### ZONA DE CORTE DE REJOS

En la zona de corte de rejos se realiza la atenuación por barreras debido a que es un área donde existe riesgo excesivo.

#### Datos de ubicación:

<b>HB</b>	3
<b>ZF</b>	1
<b>ZR</b>	1.5
<b>FB</b>	5
<b>RB</b>	8
<b>A</b>	7
<b>B</b>	6
<b>C</b>	10

**Tabla 6. 30** Datos de ubicación para la barrera en la zona de corte de rejos.

**Fuente:** Autor.

#### Datos de ruido

<b># de muestras</b>	<b>Frecuencia</b>	<b><math>\lambda</math></b>
1	31	15.100
2	63	7.400
3	125	4.700
4	250	2.400
5	500	0.900
6	1000	0.500
7	2000	0.200
8	4000	0.150
9	8000	0.033
10	16000	0.012

**Tabla 6. 31** Datos de frecuencia de sonido para la zona de corte de rejos.

**Fuente:** Autor.

### Cálculo de la atenuación

# de muestras	Frecuencia	$\delta$	$\lambda$	Numero de Fresnel N()	IL
1	31	3	15.100	0.40	9.71
2	63	3	7.400	0.81	12.26
3	125	3	4.700	1.28	14.10
4	250	3	2.400	2.50	16.97
5	500	3	0.900	6.67	21.22
6	1000	3	0.500	12.00	23.77
7	2000	3	0.200	30.00	27.75
8	4000	3	0.150	40.00	29.00
9	8000	3	0.033	181.82	35.58
10	16000	3	0.012	521.74	40.16
<b>Il(global)</b>					<b>21.86</b>

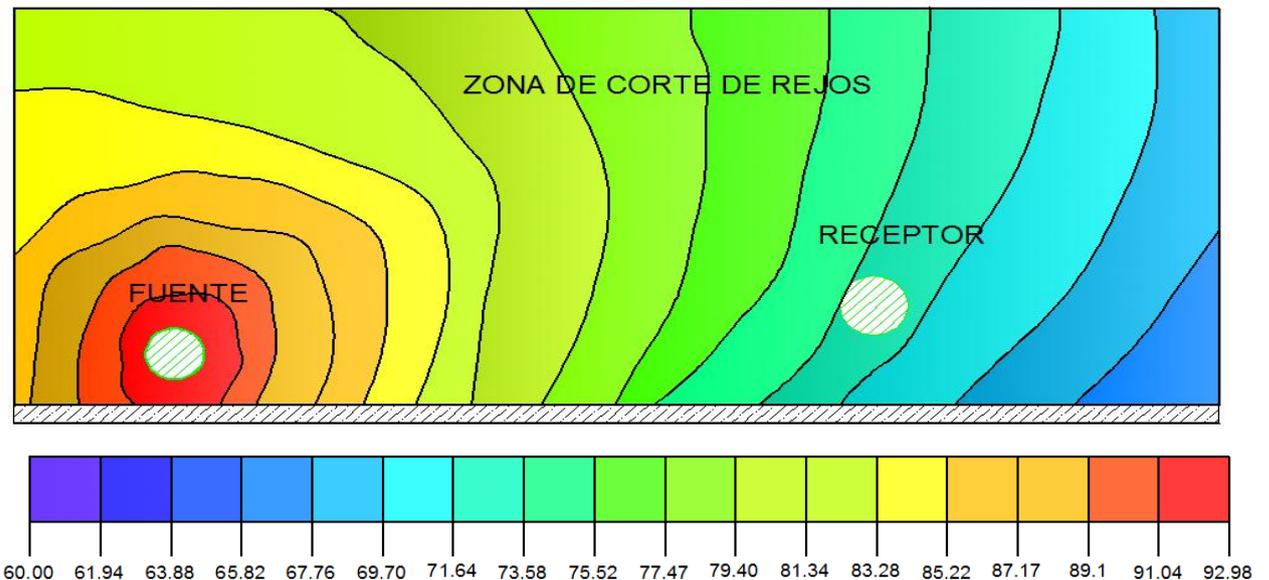
**Tabla 6. 32** Cálculo de la reducción sonora estimada para la zona sierra circular.

**Fuente:** Autor

Lo que implica una atenuación global de 21.86 dB en el lugar del receptor.

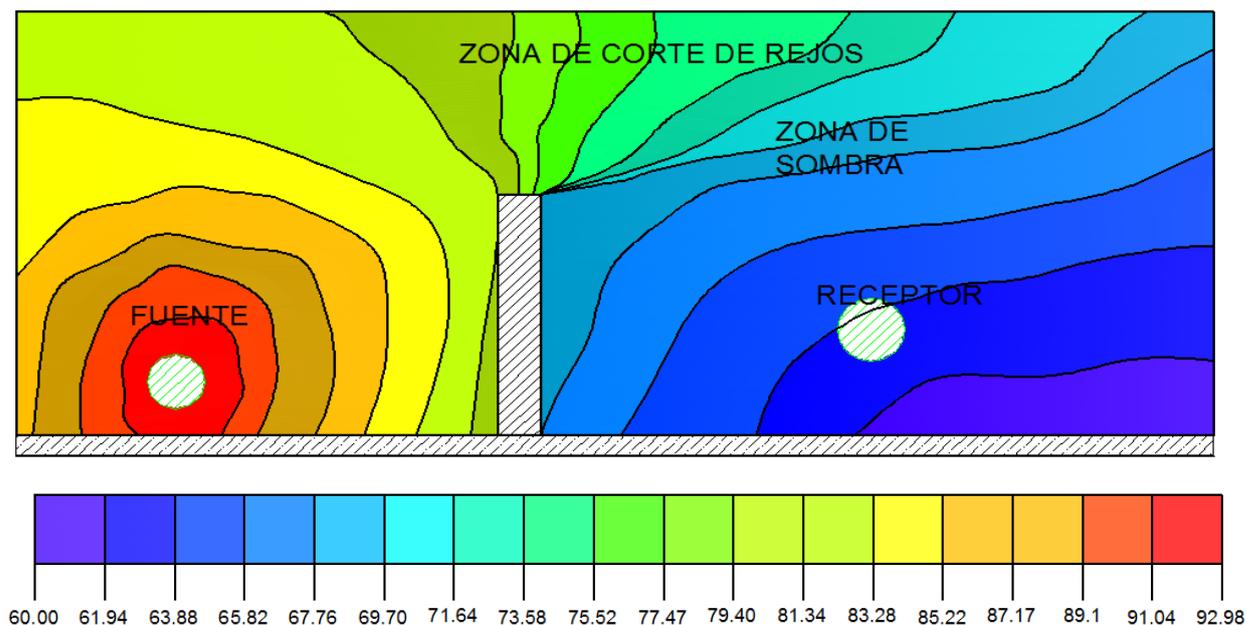
Dado lo anterior y considerando que el nivel de ruido estimado para un receptor ubicado a 8 metros de distancia fue de 91.52 dB(A), el nuevo nivel de ruido corresponderá a:

$$\text{Nivel de Ruido} = 91.52 - 21.86 \text{ dB(A)} = 69.66 \text{ dB(A)}$$



**Figura 6. 11** Mapa de ruido en la zona de corte de rejos antes de colocar la barrera

**Fuente:** Autor



**Figura 6. 12** Mapa de ruido en la zona de corte de rejos después de colocar la barrera

**Fuente:** Autor

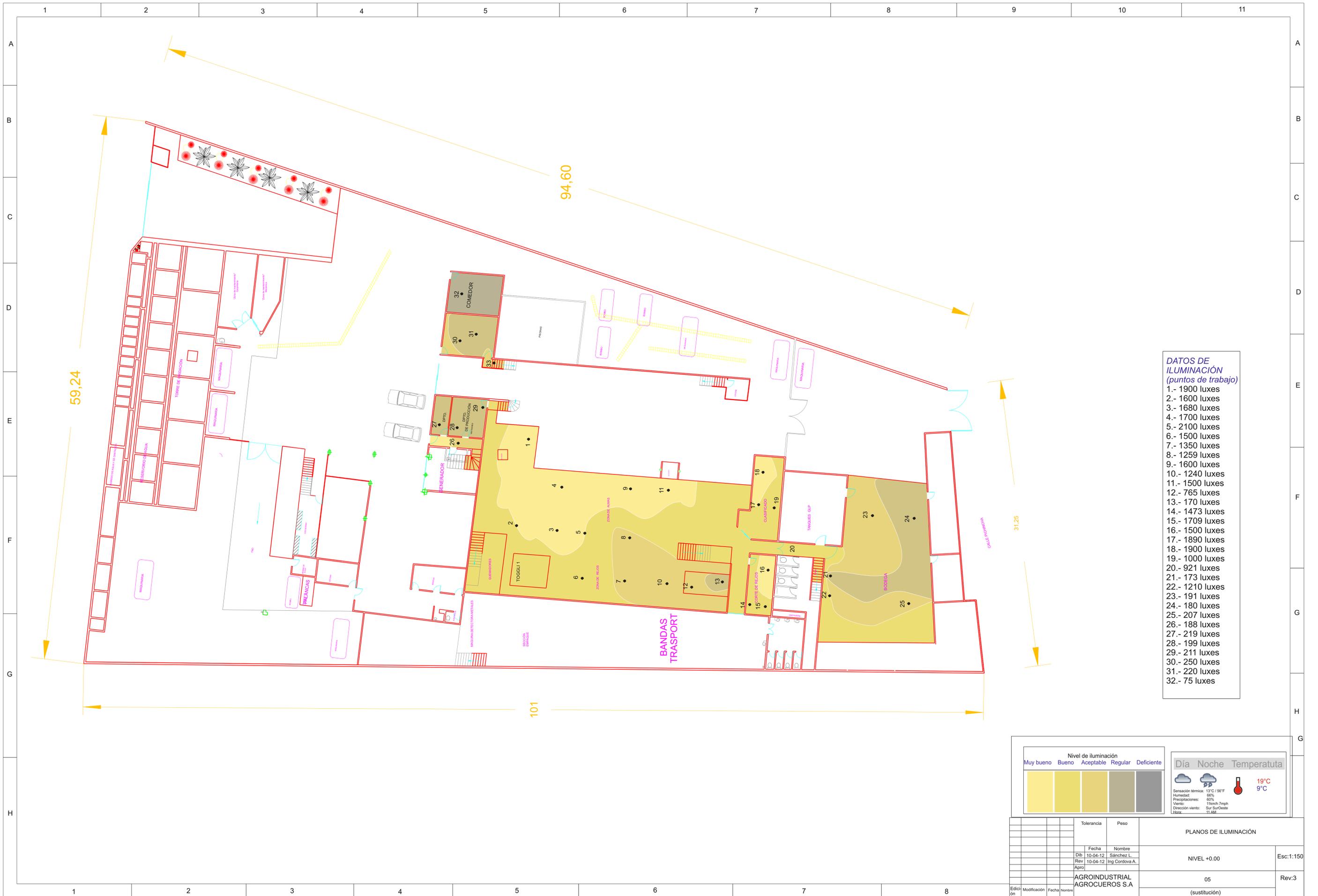
Lo que cumple con la normativa del real decreto 286/2006, de 10 de marzo en el artículo 15, “valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción”, que establece un límite de ruido de 85 dB(A).

#### 6.6.4 MAPA DE ILUMINACIÓN

El mapa de iluminación nos permite determinar cuáles son las áreas de mayor riesgo a la exposición de la luz, además permitirá identificar y valorar los efectos de la fuente y el posible daño que esta produce a la persona que se encuentra cerca de la misma.

A continuación se muestra los planos de iluminación por cada uno de sus niveles.

#### **6.6.4.1. MAPA DE ILUMINACIÓN NIVEL +0.00**



- DATOS DE ILUMINACIÓN (puntos de trabajo)**
- 1.- 1900 luxes
  - 2.- 1600 luxes
  - 3.- 1680 luxes
  - 4.- 1700 luxes
  - 5.- 2100 luxes
  - 6.- 1500 luxes
  - 7.- 1350 luxes
  - 8.- 1259 luxes
  - 9.- 1600 luxes
  - 10.- 1240 luxes
  - 11.- 1500 luxes
  - 12.- 765 luxes
  - 13.- 170 luxes
  - 14.- 1473 luxes
  - 15.- 1709 luxes
  - 16.- 1500 luxes
  - 17.- 1890 luxes
  - 18.- 1900 luxes
  - 19.- 1000 luxes
  - 20.- 921 luxes
  - 21.- 173 luxes
  - 22.- 1210 luxes
  - 23.- 191 luxes
  - 24.- 180 luxes
  - 25.- 207 luxes
  - 26.- 188 luxes
  - 27.- 219 luxes
  - 28.- 199 luxes
  - 29.- 211 luxes
  - 30.- 250 luxes
  - 31.- 220 luxes
  - 32.- 75 luxes

Nivel de iluminación			
Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente

Día		Noche		Temperatura
				19°C
Sensación térmica: 13°C / 56°F Humedad: 60% Precipitaciones: 60% Viento: 11km/h 7mph Dirección viento: Sur-Suroeste Hora: 11 AM				9°C

Tolerancia		Peso		PLANOS DE ILUMINACIÓN	
Fecha		Nombre			
Dib		10-04-12		Sánchez L.	
Rev		10-04-12		Ing Cordoba A.	
Apro					
AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A		05		Esc:1:150	
(sustitución)				Rev:3	

Edición	Modificación	Fecha	Nombre
---------	--------------	-------	--------

#### **6.6.4.2. MAPA DE ILUMINACIÓN NIVEL +2.50**



### **6.6.5 EVALUACIÓN**

La evaluación está basada en la normas OSHAS 18001, las normas de INSHT, anexo 5 del real decreto 486/1997, la NTP 17 (nota técnica preventiva) “protectores auditivos” y las NTP 638 “estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos” para ruido; real decreto 486/1996 del 14 de abril para iluminación; norma UNE-EN-ISO 5349-1 y norma ISO 2631-1 para vibración.

Se seguirá los procedimientos y normas prescritas en cada uno de los artículos que establece cada norma para cualquiera que fuese la fuente de emisión.

### **6.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del tema de estudio de ruido, iluminación y vibración e se ha planteado realizar un plan de prevención de riesgos laborales con el objetivo de disminuir los riesgos existentes dentro del recinto de estudio, además se dará a conocer normas a seguir a las distintas personas y los diferentes riesgos a los que están expuestos.

#### **6.7.1 PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

##### **6.7.1.1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

1.-INTRODUCCIÓN

2.-OBJETIVOS

3.-ALCANCE

4.-METODOLOGÍA

5.-RESPONSABILIDADES

6.-CONDICIONES PREVIAS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO

7.-PROCEDIMIENTOS

8.-ACTIVIDADES DE CADA ÁREA

9.-EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

10.-CONDICIONES GENERALES DE CADA LUGAR

	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PPRL-AGS.A -001-</b>	Página 1 de 6
---	---	-----------------------------	------------------

## 1.-INTRODUCCIÓN

Para dar cumplimiento a la política de seguridad y salud ocupacional de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A en cuanto a la prevención de riesgos laborales, este documento será enfocado a la implantación y aplicación de un programa de prevención de riesgos laborales, siguiendo los procedimientos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Decreto 2393 de Riesgos de Trabajo, donde se indica cada paso a seguir, tales como la estructura organizativa de las áreas sometidas al programa, los procedimientos, las responsabilidades de cada una, las funciones, los procesos, las prácticas y los recursos necesarios para llevar a cabo el mismo.

## 2.-OBJETIVOS

**2.1.-**Desarrollar un programa de prevención de riesgos laborales, siguiendo las normas y métodos del Decreto Ejecutivo (D.E) 2393.

**2.2.-**Establecer el programa de prevención de riesgos laborales dentro de la empresa que sirva de guía para así disminuir la exposición a todos los factores de riesgo de estudio y de esa manera el trabajador pueda realizar un trabajo eficiente y seguro.

## 3.-ALCANCE

3.1.-El presente programa de prevención de riesgos laborales se lo realizara para ruido, iluminación y vibración en cada área de trabajo.

3.2.-El presente programa de prevención tiene aplicación al personal directo, eventual y visitantes que estén vinculados con el área de trabajo u operaciones dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

3.3.-Este Programa de Prevención está direccionado a la gestión de riesgos ergonómicos en la fuente, en el medio y en receptor.

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PPRL-AGS.A -001-</b></p>	<p align="right">Página 2 de 6</p>
---	---	---	--

#### **4.-METODOLOGÍA**

El desarrollo de este programa de prevención toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- 4.1.-Evaluación de ruido, iluminación y vibración para determinar las causas básicas a controlar
- 4.2.-Control de áreas críticas.
- 4.3.-Establecimiento de formatos y listas de chequeo como certeza del cumplimiento de presente documento.
- 4.4.-Aprobación y designación de competencias.
- 4.5.-Enlace del instructivo con todas las tareas y actividades bajo procedimientos relacionados.
- 4.6.-Para cada uno de los casos se debe atacar a la fuente, al medio y al trabajador.

#### **5.-RESPONSABILIDADES**

La responsabilidad del cumplimiento y aplicación del siguiente programa de prevención es del personal que labora dentro de la planta.

##### **5.1. DEL SUPERVISOR DE TRABAJOS**

Tomar conocimiento del programa y cumplir con la información y normas contenidas en el mismo e instruir y capacitar al personal sobre los riesgos derivados del trabajo.

##### **5.2 DEL OPERADOR DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA**

Cumplir con el programa para su auto seguridad.

##### **5.3. DE AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A**

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PPRL-AGS.A -001-</b></p>	<p align="center">Página <b>3 de 6</b></p>
---	---	---	--

Efectuar controles periódicos sobre la aplicación del presente programa de prevención en las áreas de estudio.

#### **5.4.-DE VISITANTES**

Seguir las normas y procedimientos antes de ingresar a cada área.

#### **6.-CONDICIONES PREVIAS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO**

6.1 Charla de seguridad, responsable supervisor de seguridad.

6.2 Disposición de actividades dentro de cada área de trabajo, encargado, supervisor y operadores.

#### **7.-PROCEDIMIENTOS**

6.3 Control de ruido PMRME-AGS.A 002

6.4 Control de flujo luminoso PCFL-AGS.A 003

6.5 Control de exposición a vibraciones PCV- AGS.A 004

6.6 Control de uso de equipo de protección personal PUEPP-AGS.A 005

6.7 Control de mantenimiento PCM-AGS.A 006

#### **8.-ACTIVIDADES DE CADA ÁREA**

##### **8.1.-ZONA HÚMEDA**

1.-Recibe la carnaza (materia prima).

2.-La materia prima es sometida a un lavado previo en piscinas de lavado.

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PPRL-AGS.A -001-</b>	Página 4 de 6
---	---	-----------------------------	------------------

3.-Pasa a los bombos donde son sometidas a varios agentes químicos para mejorar sus propiedades.

4.-Se retira el exceso de humedad en la carnaza con una máquina escurridora.

### **8.2.-ZONA DE MÁQUINA DIVIDIDORA.**

1.-Recibe la materia prima de la escurridora, la procesa de manera que divide el material en trozos más pequeños para su utilización.

### **8.3.-ZONA DE EXTRUSORAS**

1.-Llega el material previamente procesado de las máquinas divididoras y se la coloca en las tolvas de alimentación.

2.-El material es extruido y luego ubicado en paneles para su posterior secado.

### **8.4.-ZONA DE BESTEADO**

1.- El material en seco proveniente de las extrusoras es sometido a varias capas de vitaminas dando consistencia al producto.

2.- El producto previamente besteadado es llevado a zonas de secado para un posterior proceso.

### **8.5.-ZONA DE SIERRA CIRCULAR**

1.-En esta zona se recibe material previamente besteadado.

2.-Se corta el exceso de material (según normas internas de la empresa).

### **8.6.-ZONA DE ARMADO**

1.-Recibe el material de la escurridora y es cortada (según normas internas de la empresa).

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PPRL-AGS.A -001-</b>	Página 5 de 6
---	---	-----------------------------	------------------

2.-Luego de haber realizado el corte según requerimientos internos, se le da forma al producto artesanalmente, según modelos específicos internos.

### **8.7.-ZONA DE TOGGLI**

1.- Recibe el material de la escurridora, se le da moldeo por torsión, y es sometida a secado inmediatamente.

### **8.9.-ZONA DE CORTE**

1.-Recibe el material seco proveniente de la zona de Toggli para el corte respectivo en la medida necesaria.

### **8.10.-ZONA DE EMPAQUE**

1.-Recibe el material de la zona de corte y a su vez se realiza un control de calidad final en la cual se revisa especialmente el contenido interno del producto evitado de esta manera materiales ajenos al producto y se empaca.

## **9.-EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

La aplicación y utilización del equipo de protección personal estará en referencia al procedimiento de uso de equipos de protección PUEPP-AGS.A 005.

Se considerará las normas y sanciones en base al reglamento interno de seguridad y salud de los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

## **10.-CONDICIONES GENERALES DE CADA LUGAR**

En base a la determinación y observación de las causas básicas que producen exceso de ruido, iluminación y vibración se debe cumplir lo siguiente:

- No se labora si el área de trabajo no esta previamente limpia.

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PPRL-AGS.A -001-</b></p>	<p align="center">Página 6 de 6</p>
---	---	---	---

- Revisar las condiciones de la máquina antes de ser operada.
- Cada área de trabajo debe estar señalizada de manera que personal no autorizado se acerque a la misma.
- Las tareas de la jornada de trabajo se la realizará en una jornada de 08h00 a 16h00 y 30 minutos para el almuerzo, esto según políticas de la empresa.
- No jugar durante el trabajo.

1		08/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
1 de 13

### **1.-PROPOSITO**

Para cumplir con el adecuado nivel de ruido en las áreas y en las personas que laboran AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Máximo nivel de ruido por área.

Número de horas expuesto al factor de contaminación.

Equipo de protección a utilizar.

Material del tipo de protector.

### **2.-ALCANCE**

Reducir el nivel de exposición a ruido, en la fuente, en el medio y en la persona.

### **3.-DEFINICIÓN**

#### **3.1.-RUIDO**

El ruido es el agente físico más frecuente en el trabajo, siendo especialmente frecuente en máquinas que producen rozamiento.

Como se sabe, el oído humano es capaz de percibir sonidos comprendidos entre 20 y 20.000 Hz (por debajo de 20 Hz los sonidos se denominan infrasonidos y por encima de 20.000 Hz ultrasonidos), apareciendo la fatiga normalmente a frecuencias superiores a 2.000 Hz y la máxima fatiga para la frecuencia de 4.000 Hz.

Básicamente el mecanismo de la audición se produce cuando las ondas sonoras procedentes del exterior mediante la vibración de la membrana del tímpano se transmiten por la cadena de huesecillos, originando vibraciones que cambian su intensidad y frecuencia según las características del sonido para transmitirse por las vías nerviosas al cerebro.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
2 de 13

#### **4.-PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN**

##### **4.1.-DEFINICIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD DEL PERSONAL EXPUESTO AL RUIDO**

Toda persona debe revisar las áreas de mayor ruido dentro de la planta en el mapa de ruido ver pagina 158, 159 y 160.

Las personas expuestas al ruido deben utilizar el equipo de protección adecuado, revisar PUEPP-AGS.A 005.

#### **5.-CONTROL EN LAS ÁREAS**

##### **5.1.-ZONA HÚMEDA**

###### **5.1.1.-EN LA FUENTE**

Lubricación de cojinetes en los bombos cada 1800 horas de servicio con grasa especial para medio agresivos.

Revisión de la vida útil de los cojinetes según el número de horas de servicio por el personal de mantenimiento.

Realizar mantenimiento autónomo.

###### **5.1.2.-EN EL MEDIO**

Se procederá a la implantación de barreras acústicas en el caso que la empresa lo requiera pertinente, caso contrario se omite el control en el medio.

###### **5.1.3.-EN LA PERSONA**

De acuerdo al cálculo de atenuación, la persona debe utilizar tapones reutilizables, modelo 1271 del mercado CE (EN352-2), con una atenuación de 25 dB.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
3 de 13

## **5.2.-ZONA SIERRA CIRCULAR**

### **5.2.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que el ruido que produce la sierra circular es propio del funcionamiento y de su trabajo, se omite este paso.

### **5.2.2.-EN EL MEDIO**

Se procederá a la implantación de barreras acústicas en el caso que la empresa lo requiera pertinente, caso contrario se omite el control en el medio.

### **5.2.3.-EN LA PERSONA**

La persona debe utilizar tapones con banda de alta flexibilidad reutilizables, del marcado CE (EN352-2), con una atenuación de 26 dB., y colocados detrás de la nuca.

## **5.3.-ZONA DE MÁQUINAS EXTRUSORAS**

### **5.3.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que el ruido que producen las máquinas es propio de su operación se omite el control en el medio.

### **5.3.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que en la zona no tiene el espacio suficiente para la ubicación de barreras acústicas se omite este paso.

### **5.3.3.-EN LA PERSONA**

La zona de extrusión es un área donde existe riesgo biológico, por ende se procede a la utilización de protectores auditivos tipo orejeras para la protección total del oído, ya que sin este se vería afectado no solo por el ruido si no por agentes biológicos externos.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
**4 de 13**

El modelo a utilizar será orejera del marcado CE (EN352-1), ya que su ajuste de presión es individualizado, posee arnés, almohadillas perfectamente adaptables al oído y su atenuación es de 27 dB.

#### **5.4.-ZONA DE ARMADO**

##### **5.4.1.-EN LA FUENTE**

La zona de armado posee ruido proveniente del área de secado como fuente principal, este ruido es propio del área por el cual no aplica este procedimiento.

##### **5.4.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que en esta área se prepara manualmente el producto no se aplica barreras acústicas, debido al poco espacio existente entre mesas de trabajo, por tanto el procedimiento no aplica.

##### **5.4.3.-EN LA PERSONA**

En esta zona se debe utilizar tapones reutilizables modelo 1271 del marcado CE (EN352-2), con una atenuación de 25 dB.

#### **5.5.-ZONA DE QUEMADORES**

##### **5.5.1.-EN LA FUENTE**

En esta zona el ruido producido por los quemadores es característico del área, por lo tanto el ítem no aplica.

##### **5.5.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que en el área la fuente de ruido es aislada, posee barreras divisoras entre los tres quemadores, que a la vez actúan como barreras acústicas, por lo tanto el ítem no aplica.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
5 de 13

### **5.5.3.-EN LA PERSONA**

El área de quemadores es una zona aislada, sólo el personal autorizado deberá ingresar al área y debe poseer orejeras del modelo 3M 1440, ya que su ajuste de presión es individualizado, posee arnés, almohadillas perfectamente adaptables al oído y su atenuación es de 27 dB.

### **5.6.-ZONA DE CORTE DE REJOS**

#### **5.6.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que el ruido producido por las sierras de cinta existentes en el área de corte de rejos es propio del trabajo mismo, el ítem no aplica.

#### **5.6.2.-EN EL MEDIO**

Ya que la zona posee poco espacio, resulta muy difícil la ubicación de barreras acústicas en el área, por lo tanto el ítem no aplica; pero dados los casos en las áreas se cuenta con el estudio respectivo.

#### **5.6.3.-EN LA PERSONA**

El ruido producido por las máquinas cortadoras (sierras de cinta) supera los 85dB por lo tanto se debe utilizar protección auditiva. El protector auditivo es una orejera modelo 3M 1440, ya que su ajuste de presión es individualizado, posee arnés, almohadillas perfectamente adaptables al oído y su atenuación es de 27 dB.

### **5.7.- ZONA DE EMPAQUE**

#### **5.7.1.-EN LA FUENTE**

En la zona de empaque el nivel de ruido producido por la máquina detectora de metales es ruido de advertencia por lo tanto es propio y característico de la máquina este ruido llega a los 80 dB. Por lo tanto el ítem no aplica, ya que no superó el índice de protección.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
6 de 13

**5.7.2.-EN EL MEDIO.**

La zona de empaque es un área de libre movilidad, posee ruido de bajo nivel, por lo tanto la adecuación de barreras acústica resultara innecesaria, por lo tanto el ítem no aplica.

**5.7.3.-EN LA PERSONA**

Debido a que el ruido es de bajo nivel en el área, resulta innecesaria la adecuación de protectores auditivos, por lo tanto el ítem no aplica.

**6.- RESPONSABILIDAD EN LAS ÁREAS EXPUESTAS A RUIDO.**

**6.1 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO**

- Proteger a los trabajadores contra los riesgos del ruido.
- Informar a los trabajadores sobre los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Reducir al nivel más bajo, técnica y razonablemente posible, el ruido en todos los centros de trabajo, teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva.
- Evaluar la exposición de los trabajadores al ruido.
- Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes sobre las medidas de prevención del ruido y el uso correcto y conservación de los equipos de protección auditivo (EPA) Ver PUEPP-AGS.A 005.
- Realizar control médico auditivo, cuando exista riesgo de ruido.
- Proporcionar equipos de protección auditivos e información sobre su uso correcto. Ver PUEPP-AGS.A 005. Requerir al suministrador de tapones y orejeras información sobre el ruido que se producen dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A..

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
7 de 13

- Acondicionar acústicamente los centros de trabajos.
- Analizar y desarrollar un programa de medidas técnicas y organizativas en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente sea superior a 85 dB(A) o el nivel pico supere los 140 dB(C) y señalar dichos lugares, a partir de los 85 dB(A) o 137 dB(C) respectivamente Ver Anexo 2-A.

## **6.2. OBLIGACIONES Y/O DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

- Formación en la prevención de los riesgos a que están expuestos.
- Participar en los programas de prevención y evaluación de riesgos.
- Estar presentes en las mediciones acústicas.
- Ser informados de los resultados y de las medidas que deban adoptarse.
- Solicitar protección auditiva a partir de 80 dB(A) o 135 dB(C).
- Usar obligatoriamente EPIs a partir de 85 dB(A) y/o 137 dB(C).

Se incluye un modelo de auditoría rápida para la reducción de ruido. Ver anexo 1-A

## **7.-COMPROBACIÓN DEL GRADO DE FUNCIONAMIENTO DE CONTROL DE RUIDO.**

Es responsabilidad de toda persona que labora en cada área comunicar sobre alguna anomalía en el funcionamiento adecuado de cualquier máquina que pueda estar produciendo ruido excesivo al personal de mantenimiento.

Es de responsabilidad de la gerencia capacitar sobre el uso adecuado de los tapones y orejeras en las áreas de mayor riesgo de ruido.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
**8 de 13**

**8.-ENFERMEDADES POR EL INCUMPLIMIENTO DEL USO ADECUADO DE LAS OREJERAS.**

Toda persona expuesta a contaminación acústica se ve expuesta a las siguientes enfermedades:

- Acción sobre el aparato circulatorio  
La acción del ruido sobre el aparato circulatorio presenta:  
Aumento de la presión arterial.  
Aumento del ritmo cardíaco.  
Vaso-constricción periférico.
- Acción sobre el metabolismo, acelerándolo.
- Acción sobre el aparato muscular, aumentando la tensión.
- Acción sobre el aparato digestivo, produciendo inhibición de dichos órganos.
- Acción sobre el aparato respiratorio, modificando el ritmo respiratorio.

**9.-SANCIONES**

El incumplimiento del presente procedimiento de ruido involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
9 de 13

**5.-ANEXO 1-A**

**EJEMPLO DE AUDITORIA ANUAL SEGÚN R.D 286 PARA REDUCCIÓN DE RUIDO**

<b>AUDITORIA DE REDUCCIÓN DE RUIDO</b>		
<b>Hoja N°: 1</b>		
<b>Ficha N°: 2</b>		
<b>Fecha de inicio N°: 20/01/2012</b>		
<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>	<b>COMENTARIO</b>
1.- ¿Dedica la Dirección más del 1% de su tiempo a la lucha contra el ruido?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Pero sin rigor técnico
2.- ¿Existe en la empresa un plan de lucha contra el ruido, tendente a reducirlo?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Los trabajadores se quejan de excesivo ruido
3.- ¿Están formados los trabajadores en la lucha contra el ruido?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Se realiza capacitaciones
4.- ¿Se ha evaluado la exposición de los trabajadores al ruido?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Hace cuanto tiempo se hizo alguna medición
5.- ¿Se efectúan sistemáticamente reconocimientos médicos auditivos?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Audiometrías
6.- ¿Existe en la empresa		Catálogos de funcionamiento de cada máquina.

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
<b>REVISIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>ELABORÓ</b>	<b>APRUEBA</b>



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
**10** de  
**13**

una política de compras que considere las exigencias acústicas de máquinas, locales, protectores?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
7.- ¿Se dispone de un listado de operaciones e instalaciones ruidosas, que especifique el nivel, el tiempo y la frecuencia de exposición?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Hablan de la divididora, el compresor, etc.
8- ¿Tiene la empresa un programa de reducción de las exposiciones superiores a las permitidas y de corrección inmediata de las anomalías?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	AGROINDUSTRIAL S.A desea reducir el ruido
9- ¿Está la lucha contra el ruido integrada en el proceso productivo ó de servicios de la empresa?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Carecen de conocimientos sobre el tema de Acústica.
10- ¿Se registran los hechos más importantes y se archiva la documentación el tiempo suficiente?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	El registro y archivo es incompleto y se lleva sin método

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE RUIDO EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PMRME- AGS.A -002-</b>	Página <b>11</b> de <b>13</b>
---	--	-------------------------------	-------------------------------------

<b>CALIFICACIÓN:</b>  <b>0 a 3 MAL</b>  <b>4 a 7 REGULAR</b>  <b>8 a 10 BIEN</b>	<b>TOTAL: 2 SI</b>  <b>8 NO</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> La empresa sufre las consecuencias del ruido, está preocupada por el problema y desea ponerle remedio. Se observan actitudes crispadas (agresividad, desconfianza...) Es preciso formar un técnico, para que desarrolle el plan de lucha contra el ruido, bajo la supervisión del supervisor ó gerente.	
<b>EMPRESA: AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	
<b>REALIZADO POR: Egdo. LEONARDO SÁNCHEZ</b>	

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
**12** de  
**13**

**ANEXO 2-A MODELO DE LISTA DE CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS**

<b>LISTA DE CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS</b>		
<b>Nombre de la empresa:</b> .....		
<b>Tipo de empresa/Sector o actividad:</b> .....		
<b>Tarea Ejecutada:</b> .....		
<b>CONDICIONES EXISTENTES EN EL TRABAJO Y SU ENTORNO</b>	<b>Poner una cruz en la casilla correspondiente</b>	<b>PRECISIONES</b>
<b>Características del Ruido:</b>	SI      NO	
Ruido continuo.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Ruido Equivalente.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-Nivel:.....dB(A)
Ruido fluctuante.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-Nivel:.....dB(A)
Rudos de Impulso.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-Nivel Continuo
Ruido Grave.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	equivalente:.....dB(A)
Ruido Agudo.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-Nivel pico:.....dB(A)
Posibilidad de conversar a 3m.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-A ser posible, índice armónico
Posibilidad de conversar a 1m.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Lc-La:.....dB(A)
<b>PERCEPCIÓN DEL HABLA Y SEÑALES SONORAS</b>		
<b>Necesidad de percibir:</b>	SI      NO	
-Señales sonora de	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
peligro.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE  
RUIDO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -002-**

Página  
**13** de  
**13**

<p>-Ordenes o señales de advertencia.....</p> <p>-Otras informaciones acústicas.....</p> <p>-Necesidad de comunicarse verbalmente con otras personas...</p>	<p align="center"> <input type="checkbox"/>      <input type="checkbox"/>   <input type="checkbox"/>      <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>OTROS DATOS:</b></p> <p>-Duración diaria de exposición al ambiente ruidoso.....h</p> <p>-Nivel habitual de exposición sonora (si se sabe) Lex,d.....dB(A)</p> <p>-Otros datos útiles para la definición del protector auditivo.....</p> <p>.....</p>		

1		09/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
1 de 9

## **1.-PROPOSITO**

Para cumplir con el adecuado límite de luminosidad de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Tipo de iluminación.

Número de horas de exposición a dicho tipo de luz.

## **2.-ALCANCE**

Con el fin de reducir riesgos derivados de la exposición a la luz todo el personal debe tener en cuenta los riesgos de exposición a la luz excesiva

Este procedimiento se aplica a todo el personal que labora dentro de la planta y visitas.

Este procedimiento se aplica al control de flujo luminoso.

## **3.-DEFINICIÓN**

### **EXPOSICIÓN A LA LUZ**

La exposición a la luz es uno de los factores preponderantes de la vida ya que sin ella no se podría diferenciar las cosas a nuestro alrededor, por lo que constituye un factor muy importante para el desarrollo de una actividad laboral.

## **4.-PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN**

### **4.1.-DEFINICIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD PARA ZONAS DE ELEVADA LUMINOSIDAD**

Toda persona que labore dentro de un área donde supere los niveles normales de exposición a la luz debe utilizar gafas de seguridad para su protección visual.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
2 de 9

Es de responsabilidad de cada persona al trabajar en un área donde se experimente cambios de intensidad luminosa, esperar unos segundos para que sus ojos se acomoden a la luz.

## **5.-CONTROL EN LAS ÁREAS**

### **5.1.-ZONA HÚMEDA**

#### **5.1.1.-EN LA FUENTE**

Las lámparas son de la intensidad adecuada según el diseño, por lo tanto el ítem no aplica

#### **5.1.2.-EN EL MEDIO**

El ítem no aplica debido a que la reflexión en las paredes es óptima.

#### **5.1.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

### **5.2.-ZONA SIERRA CIRCULAR**

#### **5.2.1.-EN LA FUENTE**

El ítem no aplica ya que la iluminación tiene el rango permitido.

#### **5.2.2.-EN EL MEDIO**

La reflexión de las paredes es adecuada por lo tanto el ítem no aplica.

#### **5.2.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
3 de 9

### **5.3.-ZONA DE MÁQUINAS EXTRUSORAS**

#### **5.3.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que la iluminación que producen dichas lámpara fluorescente es óptima para trabajo en el medio el ítem no aplica.

#### **5.3.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que en la zona no posee espacio suficiente para la ubicación de barreras acústicas se omite este paso.

#### **5.3.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica

### **5.4.-ZONA DE ARMADO**

#### **5.4.1.-EN LA FUENTE**

La zona de armado posee iluminación natural en gran medida lo que reduce la utilización de lámparas por lo tanto el ítem no aplica.

#### **5.4.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que en esta área la reflexión de las paredes es óptima el ítem no aplica.

#### **5.4.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica

### **5.5.-ZONA DE QUEMADORES**

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
4 de 9

**5.5.1.-EN LA FUENTE**

En esta zona la iluminación es de tipo natural manteniendo el rango óptimo por lo tanto el ítem no aplica.

**5.5.2.-EN EL MEDIO**

El ítem no aplica

**5.5.3.-EN LA PERSONA**

Debido a que es un área solo de máquinas y posee luz natural con translucido el ítem no aplica.

**5.6.-ZONA DE CORTE DE REJOS**

**5.6.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que la iluminación es de tipo natural con translucido en gran parte el ítem no aplica.

**5.6.2.-EN EL MEDIO**

El ítem no aplica

**5.6.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

**5.7.- ZONA DE EMPAQUE**

**5.7.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que en el área existen ventanas que proveen en su totalidad de la luz natural se procederá a instalar persianas para reducir el excesivo paso de la luz.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
5 de 9

**5.7.2.-EN EL MEDIO.**

El ítem no aplica.

**5.7.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

**4.2.-FUENTES DE ILUMINACIÓN**

Para la verificación de cada fuente de iluminación ya sea esta natural o artificial se debe verificar el ángulo de incidencia que tiene esta respecto del ojo para así no producir daño a la vista

**4.4 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LAS LÁMPARAS**

Es responsabilidad del supervisor de seguridad revisar cualquier anomalía en las fuentes de iluminación ya que si éstas se encuentran en mal estado y/o reflejan demasiada luz podría originar deslumbramientos.

El adecuado ángulo de inclinación de una lámpara ayudará a que la vista se cansen menos.

Es responsabilidad del personal que labora dentro de la planta informar al encargado de mantenimiento sobre algún desperfecto en la iluminación.

Periódicamente el personal que labora dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A., debe percibir la intensidad de luz, para así ubicarse las gafas de seguridad.

**4.5.-COMPROBACIÓN DE LAS ÁREAS EXPUESTAS A FUENTES DE ILUMINACIÓN.**

Para la comprobación de las áreas críticas expuestas a factores de iluminación nos remitiremos al mapa de iluminación. Ver páginas 181 y 182.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
6 de 9

Para la realización de un cuestionario de control para el ambiente de trabajo, nos remitiremos al anexo **1-C** y 2-C

#### **4.6.- PROCEDIMIENTOS GENERALES**

Para validar la idoneidad de las luminarias para la actividad a desarrollar, utilizaremos el criterio C.I.E., este sistema tiene clasificadas las tareas o actividades en cinco grupos que definen otras tantas clases de calidad.

- La clase de calidad “A” será para una actividad visual muy alta, índice de deslumbramiento 1’15.
- La clase de calidad “B” será para una actividad visual alta, índice de deslumbramiento 1’50.
- La clase de calidad “C” será para una actividad visual media, índice de deslumbramiento 1’85.
- La clase de calidad “D” será para una actividad visual baja, índice de deslumbramiento 2’20.
- La clase de calidad “E” será para una actividad visual muy baja (donde los trabajadores no están confinados en un puesto concreto), índice de deslumbramiento 2’55.

Cada grado de calidad tiene asignado un índice de deslumbramiento surgido de la evaluación subjetiva del deslumbramiento.

#### **4.7 SANCIONES**

El incumplimiento del presente procedimiento para control de flujo luminoso involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
7 de 9

**5.-ANEXOS**

**ANEXO 1-C FORMATO DE CUESTIONARIO DE CONTROL DE EXPOSICIÓN DE ILUMINACIÓN.**

<b>CUESTIONARIO DE CONTROL DE EXPOSICIÓN DE ILUMINACIÓN</b>					
<b>Nombre de la Empresa: AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS</b>					
<b>Supervisor a cargo: Egdo. Leonardo Sánchez.</b>					
<b>Ficha N°: 1</b>					
<b>Fecha de Inicio de control: 09/01/2012</b>					
<b>Fecha de fin de control: 13/01/2012</b>					
<b>PREGUNTA</b>		<b>RESPUESTA</b>		<b>COMENTARIO</b>	
1. ¿El índice de iluminación supera los límites permitidos?		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	El índice de iluminación es de 2000 lux	
2.- ¿La empresa adopta medidas para reducir el grado de nivel de exposición a la luz?		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Aplica métodos para reducir el nivel de exposición.	
3.- ¿Están formados los trabajadores para prevenir exposición a la luz excesiva?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	Ni los mandos	
4.- ¿Se ha evaluado la exposición de los trabajadores frente a la luz artificial?		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Hace cuánto tiempo se hizo alguna medición.	
5.- ¿Se efectúan sistemáticamente reconocimientos médicos en la visión?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	Optometrías	
6.- ¿Existe en la empresa una política de utilización de gafas que		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Los trabajadores usan gafas de protección	
1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
FLUJO LUMINOSO  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCFL-AGS.A  
-003-**

Página  
**8 de 9**

reduzcan la exposición a la luz natural y artificial?		
7.-¿Considera inadecuada la iluminación?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
8- ¿Tiene la empresa un programa de reducción de las exposiciones superiores a las permitidas y de corrección inmediata de las anomalías frente a cualquier cambio en la luz?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Pero desean reducir la exposición a la luz.
9- ¿Tiene la vista cansada o dolores de cabeza en el trabajo?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
10- ¿Se han producido accidentes por mala iluminación?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>CALIFICACIÓN:</b> <b>0 a 3 MAL</b> <b>4 a 7 REGULAR</b> <b>8 a 10 BIEN</b>	<b>TOTAL: 2 SI</b> <b>8 NO</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b> La empresa sufre las consecuencias por exposición a la luz, está preocupada por el problema y desea ponerle remedio. Se observan actitudes crispadas (agresividad, desconfianza...) Es preciso formar un técnico, para que desarrolle el Plan de Lucha contra la exposición a la iluminación, bajo la supervisión del supervisor ó gerente.		
<b>EMPRESA: AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>		
<b>REALIZADO POR: Egdo. LEONARDO SÁNCHEZ</b>		

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE FLUJO LUMINOSO EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PCFL-AGS.A -003-</b>	Página 9 de 9
---	---	-----------------------------	------------------

**ANEXO 2-C**

<b>CUESTIONARIO DE CONTROL DE AMBIENTE DE TRABAJO</b>	
Nombre de la Empresa: <b>AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS</b>	
Supervisor a cargo: <b>Egdo. Leonardo Sánchez</b>	
Ficha N°:.....	
Fecha de Inicio de control:.....	
Fecha de fin de control:.....	



Preguntas	Sí	No	Comentarios
¿La iluminación de cada puesto de trabajo es adecuada alas características de la actividad que se esta ejecutando?			
¿La iluminación es natural en los puestos de trabajo?			
¿La iluminación es artificial sólo cuando la natural por si misma no cubre las necesidades de la tarea a realizar?			
¿Se cumple los niveles mínimos de iluminación exigidos?			
¿La iluminación de los puestos de trabajo está uniformemente repartida?			
¿La luz solar así como las fuentes de luz artificial están protegidas si están en la zona de visión de las personas que trabajan?			
¿Se evitan los deslumbramientos indirectos de las superficies reflectantes?			
¿Se evita la existencia de fuentes de luz que produzcan intermitencias?			
¿Se evita la existencia de fuentes de luz que produzcan efectos estroboscópicos?			
¿Se dispone de alumbrado de emergencia?			
¿Se realiza mantenimiento preventivo de las luminarias o puntos de luz?			

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
1 de 10

### **1.-PROPOSITO**

Para cumplir con el adecuado rango de exposición a vibraciones dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Vibraciones Mano Brazo VMB.

Vibraciones Cuerpo Completo VCC.

### **2.-ALCANCE**

El siguiente procedimiento, permite determinar la exposición a vibraciones de un trabajador a lo largo de su jornada laboral, basada en lo indicado en el ISO 2631-1:1997 Vibraciones mecánicas y choques. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo completo. Parte 1: Requisitos Generales.

Con el fin de reducir riesgos derivados de la exposición a la vibración todo el personal debe tener en cuenta las enfermedades que estas producen.

Este procedimiento se aplica a todo el personal que labora dentro de la planta.

Este procedimiento se aplica al control de exposición a vibraciones.

### **3.-DEFINICIÓN**

#### **EXPOSICIÓN A LA VIBRACIÓN**

Establecer las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones, las que pueden alterar la salud de los trabajadores.

Establecer una adecuada evaluación de la exposición a vibraciones. Por este motivo, se hace necesario contar con un procedimiento de exposición a las vibraciones laborales y que este

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
2 de 10

orientado a estandarizar las metodologías para caracterizar el agente y la exposición dentro de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

#### **4.-PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN**

##### **4.1.-DEFINICIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD PARA VIBRACIONES**

Toda máquina que supere el rango de vibraciones emitidas por el fabricante se deberá someter a mantenimiento.

Toda persona expuesta a vibraciones deberá hacerlo manteniendo un equipo de seguridad acorde a la operación

Es de responsabilidad del supervisor entregar equipos de seguridad a todo el personal expuesto a vibraciones

#### **5.-CONTROL EN LAS ÁREAS EXPUESTAS A VIBRACIONES**

##### **5.1.-ZONA HÚMEDA**

###### **5.1.1.-EN LA FUENTE**

En la zona húmeda, los bombos producen vibración que no entra en contacto con los operadores, por lo tanto el ítem no aplica a VCC y VMB.

###### **5.1.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que los bombos y máquinas están dispuestas sobre bases de concreto y apoyos de caucho en sus bases el ítem no aplica a VCC y VMB.

###### **5.1.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
**3 de 10**

## **5.2.-ZONA SIERRA CIRCULAR**

### **5.2.1.-EN LA FUENTE**

Las sierras circulares producen vibración propia del funcionamiento pero de muy bajo rango, por lo tanto este ítem no aplica para VCC y VMB.

### **5.2.2.-EN EL MEDIO**

Las máquinas están montadas sobre una base de concreto con bases de caucho en sus soportes, lo que reduce las vibraciones, además que el piso donde están apoyados los pies del trabajador están sobre una base de madera y caucho que reduce las vibraciones por lo tanto el ítem no aplica a VCC.

### **5.2.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

## **5.3.-ZONA DE MÁQUINAS EXTRUSORAS**

### **5.3.1.-EN LA FUENTE**

En esta zona el nivel de vibración se encuentra dentro en los niveles permitidos para VCC y VMB por lo tanto el ítem no aplica.

### **5.3.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que existe una escalera de acceso a la tolva de alimentación misma que esta protegida en sus bases y en sus peldaños de caucho el ítem no aplica.

### **5.3.3.-EN LA PERSONA**

El ítem no aplica.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
4 de 10

#### **5.4.-ZONA DE ARMADO**

##### **5.4.1.-EN LA FUENTE**

La zona de armado por ser un área donde existe corte de caña con sierra de mano, la misma que produce vibración en el mango, esta vibración es propia de la máquina por lo que el ítem no aplica.

##### **5.4.2.-EN EL MEDIO**

Debido a que esta operación es de corte, no existe un medio para reducir la misma, por lo tanto el ítem no aplica.

##### **5.4.3.-EN LA PERSONA**

La vibración producida por la cortadora manual incide directamente en la mano, por lo cual se procederá a la utilización de guantes de protección que reduzcan las vibraciones según norma EN 60903:2003 y de la norma internacional. IEC 60903:2002.

#### **5.5.-ZONA DE QUEMADORES**

En esta zona no existe vibración por lo que el ítem no aplica a la fuente al medio ni a la persona.

#### **5.6.-ZONA DE CORTE DE REJOS**

##### **5.6.1.-EN LA FUENTE**

Debido a que la vibración en las sierras cintas no incide directamente en VCC el ítem no aplica.

##### **5.6.2.-EN EL MEDIO**

Ya que cada máquina posee el balanceo adecuado y están montados sobre una base de caucho, el ítem no aplica.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
5 de 10

### **5.6.3.-EN LA PERSONA**

La vibración producida por el trabajo es de bajo nivel, pero debido a que el trabajo implica contacto de los dedos con la sierra se recomienda la utilización de guantes antivibración y resistente a corte, ver referencia NTP 747.

### **5.7.- ZONA DE EMPAQUE**

En la zona de empaque la vibración es ausente tanto para cuerpo completo como para vibración mano brazo, por lo tanto el ítem no aplica para la fuente, el medio ni la persona.

### **4.2.-FUENTES DE VIBRACIÓN**

Toda máquina que produzca vibraciones en exceso es una fuente de riesgos físicos de tipo vibratorio, las que deben ser atendidas con la prontitud del caso para su reducción

### **4.4 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LAS MÁQUINAS**

Es responsabilidad del personal de mantenimiento revisar las máquinas y equipos que produzcan vibraciones excesivas.

Toda máquina que produzca vibraciones excesivas debe ser sometida a revisión y mantenimiento

### **4.5.-COMPROBACIÓN**

#### **4.5.1.-VIBRACIÓN MANO BRAZO (VMB).**

Para la aplicación del presente procedimiento de VMB, se considerarán los siguientes índices:

- Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X,  $A_{eq,x}$  (m/s<sup>2</sup>).
- Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y,  $A_{eq,y}$  (m/s<sup>2</sup>).
- Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z,  $A_{eq,z}$  (m/s<sup>2</sup>).

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
6 de 10

- Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total,  $A_{eq}(T)$  (m/s<sup>2</sup>).

- Nivel de Aceleración equivalente.

Para la medición de la exposición de mano-brazo se deberá utilizar la ponderación en frecuencia  $W_h$ . Para la medición de la exposición de cuerpo entero se deberá utilizar las ponderaciones  $W_k$ ,  $W_d$ ,  $W_c$ , dependiendo de la posición de exposición.

La exposición a vibraciones del componente mano-brazo, se deberá efectuar la medición en forma simultánea en los tres ejes de coordenadas, considerándose como magnitud adecuada para la evaluación de la exposición, el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia ( $A_{eq}$ ), utilizando la ponderación en frecuencia  $W_h$  para todos los ejes, con constante de tiempo de 1 segundo. Los tres valores de  $A_{eq}$  en las respectivas direcciones deberán corresponder al mismo evento de vibración.

#### **4.5.2-VIBRACIÓN CUERPO COMPLETO (VCC).**

**4.5.2.1.-** Para determinar la exposición a vibraciones de cuerpo entero del trabajador en posición fija, se deberá efectuar la medición en forma simultánea para cada eje coordinado ( $a_x$ ,  $a_y$  y  $a_z$ ), considerándose como magnitud adecuada para la evaluación de exposición, el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia ( $A_{eq}$ ), utilizando la ponderación en frecuencia  $W_k$  para el eje Z y la ponderación  $W_d$  para los ejes X e Y, con constante de tiempo de 1 segundo.

**4.5.2.2** Para determinar la exposición a vibraciones a cuerpo entero en la zona dorsal del trabajador, cuando este se encuentra sentado, se deberá efectuar una medición en forma simultánea para cada eje de coordenadas ( $a_x$ ,  $a_y$  y  $a_z$ ), considerándose como magnitud adecuada para la evaluación de la exposición, el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia ( $A_{eq}$ ), utilizando la ponderación  $W_c$  para el eje X,  $W_d$  para el eje Y, y  $W_k$  para el eje Z, con constante de tiempo de 1 segundo.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PCEV-AGS.A -004-</b>	Página <b>7 de 10</b>
---	---	-----------------------------	--------------------------

**4.5.2.3.-**Independiente del tipo de vibración, se deberá estar atento a la medición, y considerar los eventos que aportan a la exposición que recibe el trabajador evaluado, según estudio previo ver Anexo 1 Se deberán descartar aquellas vibraciones producidas de manera accidental o inducidas por el trabajador como parte de la actividad de su trabajo.

#### **4.6.- PROCEDIMIENTOS GENERALES**

La persona que opere una máquina y esta libere vibración excesiva, deberá ser sometida a alineamiento, balanceo, cambio de soportes (cojinetes), revisión en las bases de la máquina, para así reducir la vibración que produce.

#### **4.7.- PUESTOS DE TRABAJO**

En función de las operaciones desarrolladas, así como de los métodos y medios utilizados, cada trabajo debe disponer, por escrito, de una normativa de seguridad que minimice los riesgos. Antes de iniciar su actividad, el personal afectado deberá recibir información actualizada sobre:

- Los riesgos existentes en la operación a desarrollar.
- La importancia del cumplimiento de las instrucciones ofrecidas.
- Las normas y procedimientos de seguridad, tanto en lo que se refiere al trabajo en general como al destino, puesto o tarea asignados en particular.

Esta normativa deberá incluir la secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Dada la importancia de una aplicación estricta de los protocolos de trabajo seguro, para el desarrollo de este tipo de actividades, también se deberá proporcionar al personal afectado, antes de iniciar su actividad y de manera periódica, formación en materia de seguridad a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo existente en su puesto de trabajo.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
**8 de 10**

- Cambiar de postura a lo largo de la jornada laboral y favorecer la alternancia o el cambio de tareas para conseguir que se utilicen diferentes grupos musculares y, al mismo tiempo, se disminuya la monotonía en el trabajo.
- Intercalar pausas, acompañando éstas de ejercicios de estiramientos opuestos al movimiento ejecutado para permitir la relajación de los grupos musculares implicados.

#### **4.8.- ADQUISICIÓN DE EQUIPOS**

En la adquisición de cualesquiera equipos de trabajo deberá asegurarse el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad y salud en máquinas y componentes definidos legalmente (RD 1435/1992 modificado por el RD 56/1995), sin los cuales no es posible su comercialización:

- Marcado de la certificación europea CE colocado en la máquina de manera clara, visible e indeleble.
- Declaración de la certificación europea CE de conformidad, documento por el cual el fabricante declara que la máquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y salud exigidos legalmente.
- Manual de instrucciones, redactado en castellano, incluyendo información de utilidad para la instalación y uso de la máquina, así como instrucciones para desarrollar las tareas de mantenimiento de la misma (conservación y reparación).
- En relación con la adquisición, deberá hacerse uso de herramientas de buena calidad, con la dureza y firmeza necesarias.

La selección se llevará a cabo previo análisis del trabajo a realizar con el fin de adquirir las máquinas y herramientas más acordes al uso previsto, teniendo en cuenta la función para la que fueron diseñadas y el espacio de uso disponible. También se deberá considerar su forma, peso y dimensiones para asegurar el mejor ajuste y adaptación al trabajador.

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdoba
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE  
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PCEV-AGS.A  
-004-**

Página  
9 de 10

• Las máquinas portátiles y guiadas a mano, deben disponer de asideros adecuados. En máquinas pesadas puede ser conveniente la dotación de un segundo asidero que permita su manejo con dos manos. El material del mango puede ser ligeramente compresible, pero no demasiado acolchado y los órganos de accionamiento deben estar dispuestos de forma que no sea necesario soltar los asideros para accionarlos.

• **Aspectos previos al uso de la máquina o herramienta:**

- Lectura y comprensión del manual de instrucciones del fabricante en relación con las operaciones de uso y mantenimiento de la máquina o herramienta y las recomendaciones propias de cada operación, incluidas las correspondientes al transporte del equipo.

- Verificación del buen estado de la máquina o herramienta por cada usuario, inspeccionando cuidadosamente dispositivos de mando, conexiones, filos, acoplamientos y fijaciones en busca de desperfectos, grietas, roturas, etc. que ocasionen una presión intensa localizada en la palma de la mano o los dedos.

- Atender especialmente las prescripciones relativas a la instalación y el montaje de la máquina dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.

• Las máquinas no deben ser alteradas o modificadas respecto a su condición de fabricación. Evitar especialmente el recubrimiento de mangos y asideros con materiales acolchados ya que no atenúa las vibraciones más peligrosas transmitidas a las manos (las de baja frecuencia), e incluso puede ser contraproducente si se hace con un material demasiado acolchado.

No se deberá hacer uso de herramientas que no hayan sido especialmente diseñadas para su acoplamiento a las máquinas objeto de utilización.

• En relación con las vibraciones a la mano y el brazo de las máquinas portátiles de gran peso, cuando la operación lo permita puede ser efectivo el uso de accesorios de sustentación (tensores)

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PCEV-AGS.A -004-</b>	Página <b>10</b> de <b>10</b>
---	---	-----------------------------	-------------------------------------

o su apoyo en superficies de trabajo, carros u otros elementos que permitan sostener parte o todo el peso de la herramienta.

#### **4.7.-SANCIONES**

El incumplimiento del presente procedimiento para control de vibraciones involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A

1		10/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página 1 de 9</p>
---	---	--	--

## 1.-INTRODUCCIÓN

Los EPP (equipo de protección personal) es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar la seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. (Art. 2 del RD 773/1997)

## 2.-OBJETIVOS

Para cumplir con los objetivos marcados en el Sistema de Gestión Integrada de la Prevención de Riesgos Laborales, el objeto del presente procedimiento es:

- Definir los elementos o equipos de protección personal que son de utilización obligatoria o recomendada para la realización de determinadas tareas en condiciones de seguridad, en Agroindustrial AGROCUEROS S.A
- Establecer el procedimiento para verificar el grado de utilización de los mismos.
- Establecer los criterios de control de los registros según la norma OHSAS 18001, para prevenir actos y condiciones inseguras que puedan derivar en la ocurrencia de incidentes de trabajo en la empresa agroindustrial AGROCUEROS S.A.

## 3.-ALCANCE

Todo el personal que esté afectado por un riesgo de ruido y vibración que no haya podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos o procedimientos de organización del trabajo.

También se aplicará el Procedimiento a las personas ajenas a la empresa cuando se puedan ver afectadas por las mismas circunstancias.

Este procedimiento corresponde al control de registros generados tales como ruido, iluminación y vibración.

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página 2 de 9</p>
---	---	--	--

#### **4.- PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN DE USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)**

##### **4.1 DEFINICIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPI)**

El supervisor o el responsable de cada área de trabajo, elaborarán periódicamente listados con tareas que impliquen la utilización obligatoria de equipos de protección individual, asesorado siempre que lo considere necesario por el departamento de Seguridad Industrial AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A. y se marcará en rótulos adecuados la utilización del EPI (Anexo 1-E)

Serán de uso obligatorio los elementos o Equipos de Protección Personal que los análisis de ocupaciones, tareas o zonas de trabajo definan como necesarios para evitar o reducir los posibles daños a los trabajadores.

Se entiende de uso obligatorio no sólo para los trabajadores sino para cualquier persona que se encuentre en zonas donde sea preceptivo el uso de equipos. Ver anexo 1-E

La decisión de uso obligatorio de elementos de protección personal se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Para cada tipo de protección se tendrán en cuenta además los riesgos debidos al equipo (incomodidad y molestias al trabajar debidas al peso, volumen, adaptación, etc, accidentes y posibles peligros para la salud, alteración de la función protectora debido al envejecimiento), y los riesgos debidos a su utilización (eficacia protectora insuficiente por mala elección del equipo, por mala utilización, suciedad, desgaste o deterioro del equipo).

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página  <b>3 de 9</b></p>
---	---	--	--

Los elementos de protección individual deberán ser certificados, de acuerdo a la legislación vigente, siendo responsabilidad del Coordinador de Seguridad y de Compras, además debe existir una ficha de control del estado de los equipos de protección personal. Ver anexo 3-E

Se informará adecuadamente al personal afectado. Estos criterios serán ampliables o modificables en virtud de las nuevas reglamentaciones que vayan apareciendo.

#### **4.2 ENTREGA Y RECEPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

El supervisor informará adecuadamente al personal de los riesgos contra los que protege el EPP. Estos criterios serán modificables en virtud de las nuevas reglamentaciones que vayan apareciendo.

Se informará a los afectados sobre su utilización correcta, mantenimiento, conservación, etc. del EPP.

Todos los equipos de protección personal serán proporcionados por AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A. a todos los empleados y trabajadores. Cuando el empleado tenga que sustituir alguno de los elementos de protección bien sea por deterioro o por cambio de actividad, se le comunicará al supervisor, quien le suministrará uno nuevo, llevando un control del uso y consumo de los mismos en la bodega de despacho de AGROCUEROS S.A, ver anexo 2E y 4-E.

En caso de que una persona sea de nueva incorporación o transferida a otro puesto, el supervisor le asignará los equipos de protección necesarios junto con la información y modo de uso necesaria para la utilización del EPP.

#### **4.3 CATÁLOGO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

El Supervisor de Seguridad, en colaboración con el departamento médico, confeccionará un catálogo de los equipos de protección que se utilice, de forma que en un documento aparezcan

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página  <b>4 de 9</b></p>
---	---	--	--

recogidas sus características, prestaciones, condiciones de uso óptimo, prohibiciones de uso, número de homologación (si procede), dibujo o fotografía del elemento suministrado, etc.

Se dará preferencia a las normas:

- Botas de seguridad: ASTM 2413 “será de uso exclusivo para áreas donde haya piso resbaloso”
- Cofia: ANSI Z 89.1 “de uso obligatorio para cada área”
- Mascarilla de seguridad: NIOSH de acuerdo al tipo de contaminante“ de uso obligatorio para cada área”
- Mandil de protección. “de uso obligatorio para cada área”

#### **4.4.-COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.**

Es responsabilidad del empleado realizar un uso correcto del equipo de protección individual, mantenerlo siempre en correcto estado y solicitar su sustitución cuando se produzca un deterioro.

Es responsabilidad del departamento de seguridad suministrar al personal las instrucciones sobre la utilización correcta y el mantenimiento del equipo de protección individual que lo requiera.

Periódicamente el responsable de departamento de seguridad hacer una revisión del estado de los equipos de protección individual que esté utilizando su personal. En caso de detectar alguno que no reúne condiciones óptimas, además se procederá a llenar una ficha de entrega y control de equipo de protección personal. Ver Anexo 4-E

#### **4.5.-COMPROBACIÓN DEL GRADO DE UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Independientemente de que el responsable de cada área vele diariamente porque se cumpla con la obligatoriedad de uso de los elementos de protección individual establecidos, el supervisor

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b>	<b>PUEPP-AGS.A -005-</b>	Página 5 de 9
---	---	------------------------------	------------------

evaluará mediante observación en su área de responsabilidad, el porcentaje de utilización de los mismos, con el propósito de determinar si:

- 1.-Todas las personas afectadas llevan el equipo de protección individual establecido.
- 2.-Lo utilizan la mayor cantidad de tiempo.

A la vista de los resultados de cumplimiento, el responsable de departamento de seguridad tomará las acciones que estime oportunas. Este enviará una copia al Coordinador de Seguridad para que obtenga el porcentaje global de utilización de todos los equipos de protección utilizados. A la vista de los resultados obtenidos éste estudiará los orígenes del incumplimiento y propondrá las acciones correctoras necesarias para aumentar el grado de utilización.

Dentro del Programa Anual de Prevención se establecerá la periodicidad con que ha de comprobarse el grado de utilización del equipo de protección personal.

#### **4.6.-INCUMPLIMIENTO DEL USO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

El responsable de Área, enviará a la persona a hablar con el supervisor de seguridad, quien intentará mentalizarle sobre la necesidad de su uso para preservarle de accidentes. Para ello utilizarán información sobre los riesgos y análisis de puestos, datos de accidentalidad, etc. (Referirse al mapa de ruido y a los datos de sonometría tomados en cada área)

Si el supervisor lo considera conveniente se realizará una entrevista entre la persona y responsable de departamento de seguridad con el mismo fin de la entrevista anterior.

Si la persona en cuestión aduce problemas físicos de algún tipo, que le imposibilite al uso de los mismos, el Servicio Médico estudiará el caso y propondrá soluciones.

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN) EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A -005-</b></p>	<p align="right">Página 6 de 9</p>
---	---	--	--

#### 4.8.-SANCIONES

El incumplimiento del presente procedimiento involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A

#### 5.- ANEXO 1-E

Uso de gafas de seguridad



Uso de casco de seguridad



Uso de botas de caucho



Uso de respirador con filtro



Uso de guantes de seguridad



Señal de acción general obligatoria



1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página 7 de 9</p>
---	---	--	--

**ANEXO 2-E**

**FICHA DE INVENTARIO DE RIESGOS PARA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)**

<b>FICHA DE INVENTARIO DE RIESGOS PARA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>			
<b>Nombres y apellidos:</b>			
<b>Fecha de inicio de inventario:</b>			
<b>Área de trabajo:</b>			
<b>Equipo de protección utilizado:</b>			
<b>Tipo de actividad realizada</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Partes del cuerpo afectadas</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Observaciones generales:</b>			
<p>.....</p> <b>Firma de supervisor a cargo</b>			

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página  <b>8 de 9</b></p>
---	---	--	--

**ANEXO 3-E**

**FICHA DE CONTROL DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

<b>FICHA DE CONTROL DE LO EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)</b>		
<b>DATOS GENERALES DE RUIDO</b>		
TIPO DEL EPP:		
CATEGORIA DEL EPP.(indicar si su categoría es I,II,II);		
<b>DATOS COMERCIALES DE LOS EQUIPOS</b>		
MARCA:		
MODELO:		
# DE SERIE;		
DISTRIBUIDOR:		
<b>DATOS RELATIVOS AL USO DEL EQUIPO</b>		
CONDICIONES DE USO:		
VIDA ÚTIL/FECHA DE CADUCIDAD:		
<b>DATOS RELATIVOS AL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1.-		
2.-		
3.-		
<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>OPERACIÓN REALIZADA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA RESPONSABLE</b>
1.-		
2.-		
3.-		

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE USO EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. (RUIDO, ILUMINACIÓN Y VIBRACIÓN)</b>  <b>EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A</b></p>	<p align="center"><b>PUEPP-AGS.A</b>  <b>-005-</b></p>	<p align="right">Página 9 de 9</p>
---	---	--	--

**ANEXO 4-E**

**DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA Y CONTROL DEL EPP**

<b>DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA Y CONTROL DEL EPP</b>	
<b>NOMBRES Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR:</b>	
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	
<b>FECHA DE ENTREGA:</b>	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	
<b>TIPO DE EQUIPO:</b>	
<b>MARCA/MODELO:</b>	
<p>También he recibido correcta información sobre los trabajos y zonas en los que deberé utilizarlo, así como la formación y las instrucciones para su uso y mantenimiento adecuados.</p> <p>Acepto el compromiso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Utilizar este equipo durante la jornada laboral en las zonas y equipos de trabajo cuya obligatoriedad de uso se encuentra señalizada, cuidando de su perfecto estado y conservación.</li> <li>b) Consultar cualquier duda sobre su correcta utilización y cuidado.</li> <li>c) Informar de inmediato al responsable de área de cualquier defecto, anomalía o daño del EPP que suponga una pérdida de eficacia, para que, en su caso se proceda a solicitar un nuevo equipo.</li> <li>d) Devolver el EPP tras su utilización cuando y donde se me indique.</li> </ul>	
<b>MOTIVO DE LA ENTREGA</b>	
ENTREGA <input type="checkbox"/> CAMBIO DE EPP <input type="checkbox"/> DETERIORO <input type="checkbox"/> PÉRDIDA <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	
<p align="center">Ambato.....de.....2012</p> <p align="center">.....</p> <p>Firma del trabajador <span style="margin-left: 200px;">firma del responsable de la entrega</span></p>	

1		11/06/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez L.	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO  
Y REVISIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -006-**

Página  
1 de 4

### 1.-PROPOSITO

Para cumplir con el adecuado funcionamiento de las máquinas y equipos de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

-Vida útil de los elementos internos de las máquinas y equipos.

-Número de horas de servicio de los mismos.

### 2.-ALCANCE

Con el fin de reducir fallos en los equipos que produzca efectos tales como ruido y vibración excesivos se procederá a implantar un procedimiento de mantenimiento.

### 3.-DEFINICIONES

#### MANTENIMIENTO

El mantenimiento es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y sus componentes. El mantenimiento llevado a cabo por el personal encargado, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta se verá enfocada por parte del operador dentro del mantenimiento total productivo (TPM), en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

### 4.-PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN

#### 4.1.-DEFINICIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO HACIA LOS EQUIPOS

La decisión de implantación de cualquier programa de mantenimiento ya sea correctivo, preventivo, predictivo, proactivo ó autónomo será responsabilidad del personal de mantenimiento y del gerente general.

El encargado de mantenimiento será el responsable de revisar según convenga cada uno de los equipos.

El ficha de mantenimiento de cada equipo será ubicada en una parte visible de la misma máquina para su correspondiente revisión periódica.

#### 4.2.-ENTREGA DE EQUIPOS

Luego de haber sido llevado a cabo la revisión y el mantenimiento de los equipos y máquinas se deberán llenar la hoja de mantenimiento o ficha de revisión donde se detallen todos los puntos de mantenimiento o revisión ver anexo 1-F

#### 4.4 COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS LUEGO DE SU MANTENIMIENTO.

1		29/02/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez. L	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO  
Y REVISIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -006-**

Página  
2 de 4

Es responsabilidad del empleado revisar cualquier anomalía en la máquina o equipo luego de su mantenimiento respectivo y antes de su funcionamiento, e informar al personal a cargo del mantenimiento para su revisión de ser necesario.

Periódicamente el personal que opera en cada una de las máquinas debe informar al personal de mantenimiento si aparece alguna anomalía en el funcionamiento y que esta no conste en a ficha de mantenimiento. Ver Anexo 2-E.

#### **4.5.-COMPROBACIÓN DEL GRADO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS.**

Es responsabilidad de toda persona que labora en cada área comunicar, sobre alguna anomalía en el funcionamiento adecuado de cualquier máquina al personal de mantenimiento.

Es de responsabilidad del personal de mantenimiento capacitar sobre el uso adecuado de las máquinas y equipos a todos los trabajadores de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

Dentro del programa de mantenimiento que realice el personal a cargo, se ha de comprobar el estado de funcionamiento de cada una de las máquinas.

#### **4.6 INCUMPLIMIENTO DEL USO ADECUADO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA**

El responsable de mantenimiento, enviará a la persona que use de manera inadecuada su máquina o equipo a una capacitación respectiva si fuese un caso de mala operación de la máquina.

Si el encargado de mantenimiento lo considera conveniente se realizará una auditoria de comportamiento al personal que haya realizado una actividad inadecuada.

Si la persona en cuestión aduce problemas de tipo mental, y no pueda realizar dicha actividad se la ubicará en un área diferente bajo la responsabilidad del equipo médico de la empresa.

#### **4.7 SANCIONES**

El incumplimiento del presente procedimiento de mantenimiento involucra sanciones establecidas de acuerdo al Reglamento Interno y Reglamento de Seguridad y Salud de AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A

1		29/02/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez. L	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO  
Y REVISIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -006-**

Página  
**3 de 4**

**5.-ANEXO 1-F**

**FICHA PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS**

MANTENIMIENTO MECÁNICO INDUSTRIAL MODULO-CORRECCIÓN DE FALLAS Y AVERÍAS MECÁNICAS FICHA TÉCNICA				
<b>Máquina-Equipo:</b>		<b>Marca:</b>		<b>Código:</b>
<b>Serie #:</b>		<b>Modelo:</b>		<b>Tipo:</b>
<b>Ubicación:</b>		<b>Sección:</b>		<b>Fecha de recepción:</b>
<b>Fabricante:</b>		<b>Fecha de revisión:</b>		<b>Fecha de entrega:</b>
<b>Responsable:</b>				
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
<b>CAPACIDAD DE TRABAJO:</b>				
<b>Equipos-herramientas-accesorios-repuestos</b>				
Elemento	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones
<b>Tipo de mantenimiento realizado:</b>				
<b>Tipo de avería encontrado:</b>				
<b>Número de horas de servicio:</b>				
<p><b>Convenciones técnicas:</b></p> <p><b>A:</b> Mecánico.                      <b>1:</b> Mantenimiento preventivo.  <b>B:</b> Eléctrico.                        <b>2:</b> Mantenimiento correctivo.  <b>C:</b> Electrónico.                    <b>3:</b> Otros.  <b>D:</b> Neumático.  <b>E:</b> Hidráulico.  <b>F:</b> Otro.</p>				
..... <b>Entrega</b>			..... <b>Recibe</b>	

**EJEMPLO DE FICHA PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS**

1		29/02/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez. L	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO  
Y REVISIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS  
EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
AGROCUEROS S.A**

**PMRME-  
AGS.A -006-**

Página  
4 de 4

**ANEXO 2-F**

<b>FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>Empresa:</b>			
<b>Nombre del supervisor de mantenimiento:</b>			
<b>Nombre de la máquina:</b>			
<b>Fecha de inicio de revisión:</b>			
<b>Fecha de finalización:</b>			
<b>Nombres completos de la persona a cargo de la máquina/herramienta:</b>			
<b>Número de horas de servicio</b>	<b>Serie de la máquina</b>	<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Descripción del trabajo:</b>			
<b>Repuestos utilizados:</b>			
<b>Herramientas utilizadas para la reparación:</b>			
<b>Observaciones generales:</b>			
..... <b>Recepción</b>		..... <b>Entrega</b>	

1		29/02/2012	AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A	Sánchez. L	Ing. Manolo Córdova
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	CLIENTE	ELABORÓ	APRUEBA

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

Durante el desarrollo del presente trabajo de tesis, los equipos utilizados (sonómetro, dosímetro, luxómetro y vibrómetro para la medición de ruido iluminación y vibración se los realizó en la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A.

La administración de dichos equipos y el costo que implicó llevar a cabo las mediciones respectivas para el estudio se detallan en la tabla 6.1

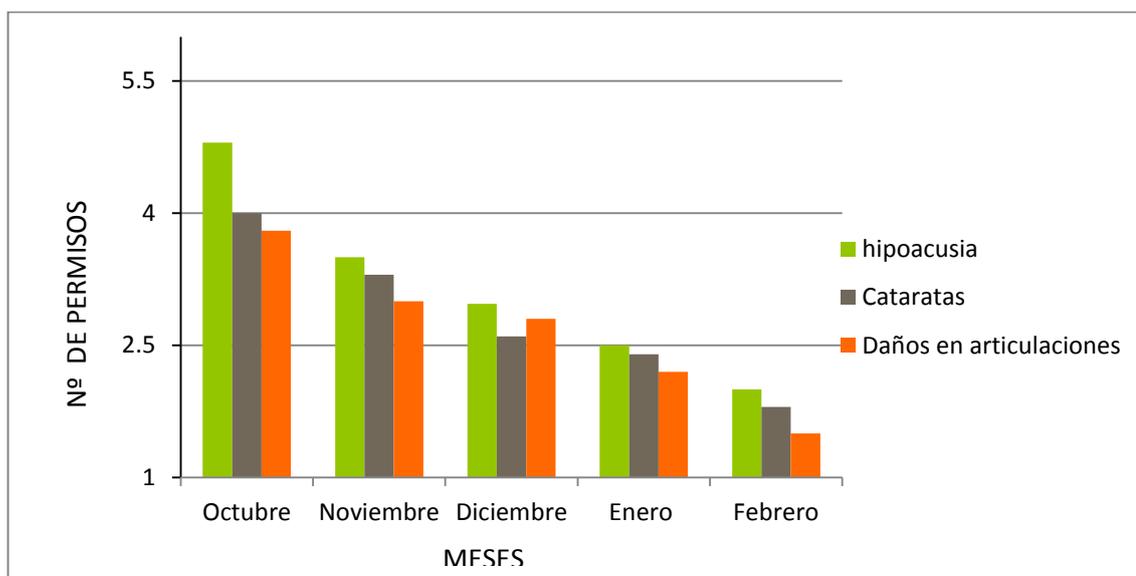
Para el desarrollo se realizó una investigación y estudio en diferentes fuentes bibliográficas, páginas web recomendadas y normas para su estudio más profundo, mismas que se adjunta en la bibliografía.

## 6.9 PREVENCIÓN DE LA EVALUACIÓN

El desarrollo del presente trabajo de tesis se lo realizó dentro de las instalaciones de la empresa AGROINDUSTRIAL AGROCUEROS S.A, que se encuentra ubicada en la Panamericana Norte km 6.5 sector El Pisque del cantón Ambato.

## 6.10 CONCLUSIONES

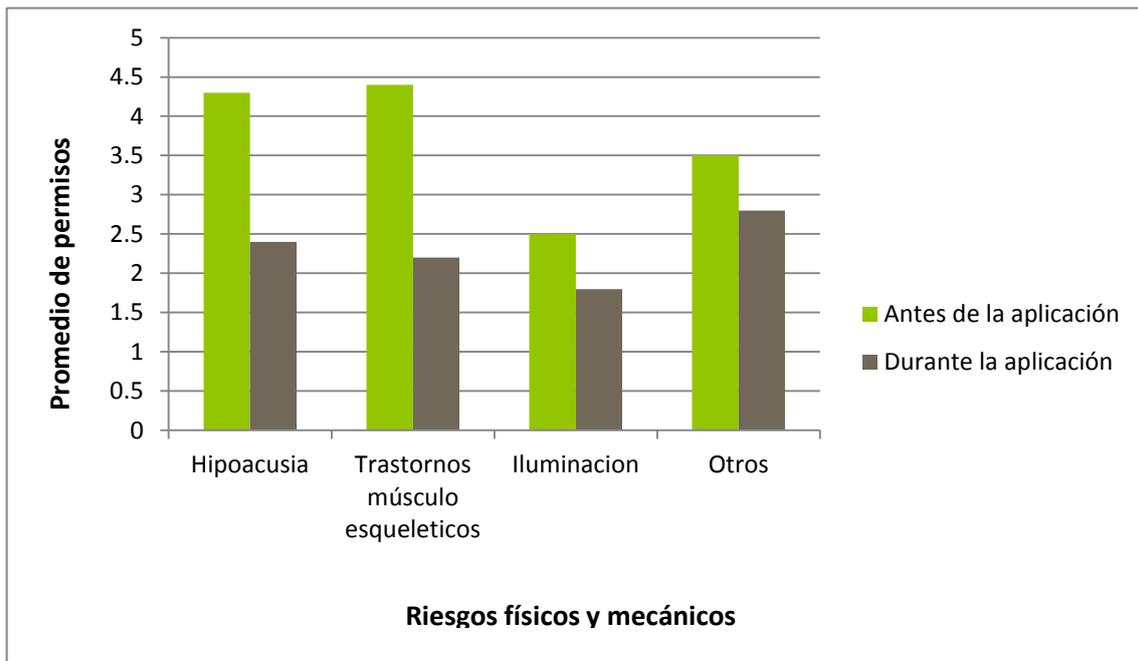
- Las medidas de control de prevención ayudó a que el índice de trastornos músculo-esqueléticos vaya disminuyendo según su práctica cómo podemos ver en las siguientes gráficas.



**Figura 6.1 1** Disminución del índice de trastornos

**Fuente:** Autor

Según los datos obtenidos en el registro de permisos a partir de la aplicación de las medidas de prevención se observa que a partir del primer mes hay una respuesta positiva en los resultados de acuerdo al uso constante por parte de los operadores del equipo de protección personal; en el segundo mes encontramos una considerable disminución hasta llegar al tercer y cuarto mes en los que tenemos los resultados esperados en con mayor porcentaje en los dolores lumbares y musculares.



**Figura 6.1 2** Grado de disminución por mes de riesgos físicos y mecánicos

**Fuente:** Autor

- Al reducir los niveles de ruido, también disminuyeron accidentes.
- De la aplicación de la propuesta (Programa de Prevención de Riesgos Laborales) se determinó que es viable y de lenguaje sencillo para su aplicación.
- Basado en observación directa, el programa de entrenamiento logró concientizar sobre el adecuado uso del EPP para todos los casos de riesgos por ruido, iluminación y vibración.
- El aspecto determinante para la mejora en trastornos músculo-esqueléticos fue la disminución del tiempo de exposición en la zona de sierras circular, zona de extrusión y zona de sierras de cinta determinadas como críticas.

De los datos del seguimiento se observa que la propuesta, está dando resultados satisfactorios para el desarrollo adecuado de cada una de las labores en el interior de agroindustrial AGROCUEROS S.A.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

- ISO 7000, Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis
- ISO 7001, Graphical symbols – Public information symbols
- ISO 7010, Graphical Symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs
- ISO 17724, Graphical symbols – Vocabulary
- ISO 20712-1, Water safety signs used in workplaces and public areas
- ISO 20712-3, Water safety signs and beach safety flags – Guidance for use
- ISO 22727, Graphical symbols – Creation and design of public information symbols – Requirements
- ISO/IEC Guide 74, Graphical symbols – Technical guidelines for the consideration of consumers' needs.
- Directiva del Consejo 89/392/CEE del Consejo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los
- Estados miembros sobre máquinas, de 14 de junio de 1989, publicada en el Diario Oficial de la
- Unión Europea con fecha 29 de junio de 2006
- - Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 98/37/CE que constituía la codificación de la
- Directiva 89/392/CEE que, con motivo de nuevas modificaciones, ha sido refundida dando lugar a
- la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea con fecha 9 de junio de 2006.

### 1.2 PAGINAS WEB

- [https://www.e-seia.cl/archivos/91c\\_ANEXO\\_1.pdf](https://www.e-seia.cl/archivos/91c_ANEXO_1.pdf)
- [http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/SONIDO%20\\_STI\\_.pdf](http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/SONIDO%20_STI_.pdf)

- [http://www.manticafarach.com/pdfs/Footwear\\_Cat09\\_SPA.pdf](http://www.manticafarach.com/pdfs/Footwear_Cat09_SPA.pdf)
- [http://www.cjjuventus.com/certificaciones/certificaciones1/ASTM\\_2009.pdf](http://www.cjjuventus.com/certificaciones/certificaciones1/ASTM_2009.pdf)
- <http://www.astmnewsroom.org/default.aspx?pageid=750>
- [http://www.pezzol.it/standards.asp?iso\\_lang=es-AR](http://www.pezzol.it/standards.asp?iso_lang=es-AR)
- [http://perso.wanadoo.es/idmb/a\\_ing/temas/mantenimiento\\_autonomo.htm](http://perso.wanadoo.es/idmb/a_ing/temas/mantenimiento_autonomo.htm)
- <http://hemaruce.angelfire.com/EMA.pdf>
- <http://www.mailxmail.com/curso-mantenimiento-autonomo/implementando-mantenimiento-autonomo>
- <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>
- <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/87.pdf>
- [http://www.iso.org/iso/graphical-symbols\\_booklet\\_ES.pdf](http://www.iso.org/iso/graphical-symbols_booklet_ES.pdf)
- <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-026.pdf>
- [http://bvs.sld.cu/revistas/enf/vol22\\_1\\_06/enf06106.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/enf/vol22_1_06/enf06106.htm)
- <http://www.dirnea.org/data/seprom/nuevaestructura/Reglasdebandera/Simbolos%20OMI.pdf>
- <http://www.gelighting.com/es/resources/glossary.htm>
- [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_5573\\_GT\\_iluminacion\\_centros\\_docentes\\_01\\_6803da23.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_5573_GT_iluminacion_centros_docentes_01_6803da23.pdf)
- [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_5573\\_GT\\_iluminacion\\_centros\\_docentes\\_01\\_6803da23.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_5573_GT_iluminacion_centros_docentes_01_6803da23.pdf)
- <http://www.google.com.ec/search?q=Clasificaci%C3%B3n+para+el+%C3%ADndice+de+iluminaci%C3%B3n&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a>
- <http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Iluminacion%20Industrial.pdf>
- <http://www.slideshare.net/lucasburchard/iluminacin-locales>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint2.html>
- <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint3.html>
- <http://es.scribd.com/doc/49004473/Manual-De-Procedimientos-Para-El-Rediseño-De-Puestos-De-Soldadura>

# **3. ANEXOS**

**ANEXO 1.-LÍMITES DE ACELERACIÓN LONGITUDINAL (AZ) COMO FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN**

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA, ( Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LÍMITE DE ACELERACION LONGITUDINAL EN (a <sub>z</sub> ), m/s <sup>2</sup>								
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

**ANEXO 2.-LÍMITES DE ACELERACIÓN TRANSVERSAL (AX, AY) COMO FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN**

FRECUENCIA CENTRAL DE BANDA DE TERCIO DE OCTAVA, ( Hz )	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	<b>LIMITE DE ACELERACION TRANSVERSAL EN (a<sub>x</sub>, a<sub>y</sub>), (m/s<sup>2</sup>)</b>								
1.00	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
1.25	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
1.60	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
2.00	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
2.50	0.125	0.171	0.280	0.450	0.63	1.06	1.6	1.9	2.5
3.15	0.160	0.212	0.355	0.560	0.8	1.32	2.0	2.36	3.15
4.00	0.20	0.270	0.450	0.710	1.0	1.70	2.5	3.0	4.0
5.00	0.250	0.338	0.560	0.900	1.25	2.12	3.15	3.75	5.0
6.30	0.315	0.428	0.710	1.12	1.6	2.65	4.0	4.75	6.3
8.00	0.40	0.54	0.900	1.40	2.0	3.35	5.0	6.0	8.0
10.00	0.50	0.675	1.12	1.80	2.5	4.25	6.3	7.5	10.0
12.50	0.63	0.855	1.40	2.24	3.15	5.30	8.0	9.5	12.5
16.00	0.80	1.06	1.80	2.80	4.0	6.70	10.0	11.8	16.0
20.00	1.00	1.35	2.24	3.55	5.0	8.5	12.5	15.0	20.0
25.00	1.25	1.71	2.80	4.50	6.3	10.6	15.0	19.0	25.0
31.50	1.60	2.12	3.55	5.60	8.0	13.2	20.0	23.6	31.5
40.00	2.00	2.70	4.50	7.10	10.0	17.0	25.0	30.0	40.0
50.00	2.50	3.38	5.60	9.00	12.5	21.2	3.5	37.5	50.0
63.00	3.15	4.28	7.10	11.2	16.0	26.5	40.0	45.7	63.0
80.00	4.00	5.4	9.00	14.0	20.0	33.5	50.0	60.0	80.0

**ANEXO 3.-LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN EN MANOS A VIBRACIONES EN DIRECCIONES Xh, Yh, Zh**

<b>Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas.</b>	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*).
	<b>ak, en m/s<sup>2</sup></b>
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12

**ANEXO 4.-CONSTANTES DE TIEMPO PARA SONÓMETROS**

CONSTANTES DE TIEMPO DE LOS SONÓMETROS, PARA LAS DISTINTAS POSICIONES			
Designación	Símbolo	Concepto medido	Constante de tiempo
Slow (lento)	S	Valor eficaz	1 seg.
Fast (rápido)	F	Valor eficaz	125 ms.
Impulse (impulso)	I	Valor eficaz	35 ms.
Peak (pico)	P	Valor pico	< 100 μs