



# Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile

Ana María Salazar Bugueño

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

**TESIS DOCTORAL**

**PÉRDIDA AUDITIVA POR CONTAMINACIÓN  
ACÚSTICA LABORAL EN SANTIAGO DE CHILE.**

**ANA MARÍA SALAZAR BUGUEÑO**

**UNIVERSITAT DE BARCELONA  
2012**



**UNIVERSITAT DE BARCELONA  
FACULTAT DE GEOGRAFIA I HISTÒRIA  
PROGRAMA DE DOCTORAT  
“GEOGRAFIA, PLANIFICACIÓ TERRITORIAL I GESTIÓ AMBIENTAL”  
CURS ACADÈMIC 2010-2011**

**PÉRDIDA AUDITIVA POR CONTAMINACIÓN  
ACÚSTICA LABORAL EN SANTIAGO DE CHILE.**

**ANA MARÍA SALAZAR BUGUEÑO**

**DIRECTOR  
DR. PATRICIO RUBIO ROMERO**

**BARCELONA, 2012**



**A César por compartir conmigo estos 25 años maravillosos,  
porqué en su compañía las cosas malas se convierten  
en buenas, la tristeza se transforma en alegría  
y la soledad no existe.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero y afectuoso agradecimiento al Profesor Doctor Patricio Rubio Romero, por guiarme en estos años, tanto en lo académico, como en lo profesional. ¡Mil gracias!.

A mis profesores de todas las etapas de mi vida, desde la primaria hasta la universitaria, sin ustedes no habría logrado llegar hasta aquí.

A mí querida Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, representada por su Directora, Profesora Tecnólogo Médico Leonor Armanet Bernales, quien me dio los espacios necesarios para la realización de mi investigación doctoral.

A mis compañeros del Doctorado, por su compromiso y apoyo durante esta larga etapa, donde compartimos inquietudes y desvelos.

A todos y cada uno de los Doctores de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona, que participaron en mi formación, quienes me entregaron sus conocimientos, vivencias y experiencias dándome la oportunidad de crecer profesionalmente, mirar el medio ambiente desde una perspectiva distinta y entender que si no tenemos una visión de conjunto, en poco o nada podemos ayudar para su preservación.

A la Profesora Doctora Marcela Salinas Torres por su inestimable ayuda en la confección de las cartografías.

Finalmente, quisiera agradecer a mis padres por sus sabios consejos y formación valórica entregada, y tengo la certeza, que aunque ya no estén a mi lado, este logro lo compartirán conmigo.



## ÍNDICE

	Página
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	
<b>Capítulo I MEDIO AMBIENTE Y SONIDO.</b>	
1.1 Proyecto paisaje sonoro mundial.	13
1.2 Paisajes sonoros pluralistas.	17
1.3 Paisajes sonoros naturales.	19
1.4 Proyecto paisaje sonoro mundial y la composición con paisajes sonoros.	26
1.5 El surgimiento de los estudios sobre paisaje sonoro.	31
1.6 La bahaus y el paisaje sonoro actual.	34
1.7 Identidad sonora urbana.	37
1.8 Identidad sonora en ciudades españolas.	42
1.9 Estudios de paisaje sonoro en Uruguay.	47
1.10 Paisaje sonoro en Brasilia.	49
1.11 Paisaje sonoro en Chile.	51
1.12 Paisaje sonoro marino.	59
1.13 Ecología acústica.	65
1.14 ¿El sonido de la ciudad o la ciudad sonora? Degradación de los paisajes sonoros.	72
1.15 Bibliografía específica.	74
<b>Capítulo II OBJETIVOS E HIPÓTESIS.</b>	
2.1 Objetivo general.	80
2.2 Objetivos específicos.	80
2.3 Hipótesis.	80
<b>Capítulo III CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.</b>	
3.1 Valor de la información ambiental en la planificación territorial.	83
3.2 El sonido y el ruido como elemento del medio ambiente.	83
3.3 Mapas de ruido.	84
3.4 Directiva 2002/49 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.	86
3.4.1 Indicadores de ruido y métodos de evaluación.	87
3.4.2 Aplicación Directiva 2002/49/CE.	96
3.5 Mapas de ruido. Experiencia Chilena.	104
3.6 Medidas de control de ruido en la planificación territorial.	112
3.7 Evaluación y gestión de la contaminación acústica.	113
3.7.1 Real Decreto 1367/2007, del 29 de octubre.	116
3.7.2 Etapas en la gestión de la contaminación acústica.	119
3.8 Uso del suelo. Norma ISO 1996.	127
3.9 Bibliografía específica.	130

	<b>Página</b>
<b>Capítulo IV CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SALUD.</b>	
4.1 Exposición a ruido como riesgo laboral. Análisis histórico.	138
4.2 Efectos adversos del ruido sobre la salud.	161
4.2.1 Alteraciones auditivas producidas por el ruido laboral: pérdida y deterioro de la audición.	161
4.2.2 Alteraciones no auditivas producidas por el ruido laboral.	167
4.3 Dimensiones del problema del ruido en el lugar de trabajo.	177
4.4 Problemas auditivos por contaminación acústica en Santiago de Chile	196
4.5 La contaminación acústica no solo produce impacto sobre la audición.	198
4.6 Bibliografía específica.	199
<b>Capítulo V PROPUESTA METODOLÓGICA</b>	
5.1 Modelo metodológico.	211
5.1.1 Tipo de estudio.	213
5.1.2 Universo y muestra.	216
5.1.3 Recolección de datos.	216
5.1.4 Base de datos.	218
5.1.5 Procedimientos específicos.	219
5.1.6 Plan de tabulación y análisis.	223
5.1.7 Resultados.	223
5.1.8 Cartografía.	224
5.1.9 Conclusiones.	230
5.2 Bibliografía específica.	230
<b>Capítulo VI APLICACIÓN METODOLÓGICA</b>	
6.1 Problemas metodológicos.	233
6.2 Selección de la muestra.	234
6.3 Tratamiento epidemiológico - estadístico	235
6.4 Uso software Stata versión 11	238
6.5 Bibliografía específica.	245
<b>Capítulo VII RESULTADOS</b>	
7.1 Características geográficas y sociodemográficas de la muestra.	249
7.1.1 Empresas.	249
7.1.2 Muestra	251
7.2 Características de la exposición a contaminación acústica.	252
7.3 Impacto de la contaminación acústica en la muestra estudiada.	254
7.4 Relación entre sexo, edad, tiempo de exposición, nivel de presión sonora continuo equivalente y daño auditivo.	255
7.5 Relación entre daño auditivo y edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica.	257

	<b>Página</b>
7.6 Asociación entre contaminación acústica, tiempo de exposición, edad y pérdida auditiva.	259
7.7 Efecto del tiempo de exposición, edad y nivel de exposición en la pérdida auditiva.	262
7.7.1 Modelo de regresión logística simple o univariado.	262
7.7.2 Modelo de regresión logística multivariado.	265
7.8 Percepción de la contaminación acústica como un problema.	273
7.9 Cartografía temática acústica.	274
7.9.1 Distribución espacial de las empresas por comuna.	274
7.9.2 Distribución espacial de las empresas por sector económico y comuna.	280
7.9.3 Distribución espacial de los niveles de presión sonora al interior de la empresa por comuna.	283
7.9.4 Distribución espacial de daño auditivo por comuna.	291
7.9.5 Distribución espacial de las empresas que producen daño auditivo según sector económico.	299
<b>Capítulo VIII TESIS FINAL</b>	
8.1 Objetivos.	307
8.1.1 Objetivo general.	307
8.1.2 Objetivos específicos	308
8.2 Hipótesis.	313
<b>Capítulo IX CONCLUSIONES</b>	
9.1 Conclusiones específicas.	322
9.1.1 Conclusiones científico – técnicas.	323
9.1.2 Conclusiones aplicadas.	323
9.1.3 Conclusiones académicas.	324
9.1.4 Conclusiones personales.	324
9.2 Bibliografía específica.	325
<b>ANEXO</b>	
<b>Anexo 1 LEGISLACIÓN AMBIENTAL PARA EL RUIDO</b>	
10.1 Legislación y normativa relativa a la exposición al ruido en el lugar de trabajo.	329
10.1.1 Legislación a nivel europeo.	329
10.1.2 Legislación en Estados Unidos de América.	338
10.1.3 Legislación en el resto del mundo.	341
10.1.4 Normalización del ruido en el ambiente laboral.	343
10.1.5 Políticas de control del ruido laboral en la Unión Europea.	345
10.2 Legislación y normativa relativa al ruido ambiental.	348
10.2.1 Legislación a nivel europeo.	348
10.2.2 Legislación sobre las normas de emisión.	350
10.2.3 Normas de emisión y procedimientos de planificación: Criterios de calidad del ruido.	355
10.2.4 Medidas infraestructurales.	357
10.2.5 Utilización de instrumentos económicos.	358

	<b>Página</b>
10.2.6 Procedimientos operativos.	359
10.2.7 Apoyo comunitario a la investigación sobre la reducción del ruido.	359
10.2.8 Información y educación.	360
10.3 Hacia un nuevo marco para la política comunitaria de lucha contra el ruido.	360
10.3.1 El papel de la Comunidad Europea en el futuro.	360
10.3.2 Un marco para la evaluación de la exposición al ruido.	361
10.3.3 Acción sobre las diferentes fuentes.	363
10.3.4 Contribuciones de la Comunidad a las acciones de reducción del ruido en los Estados miembros. Fomentar los intercambios de experiencias.	367
10.3.5 Sexto programa de acción de la Comunidad Europea en materia de medio ambiente. Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos.	368
10.3.6 Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 25 de junio de 2002. Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.	370
10.4 Legislación Española.	371
10.4.1 Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.	371
10.4.2 Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.	378
10.4.3 Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.	378
10.5 Legislación Chilena.	380
10.5.1 Decreto Supremo N° 146 de 1997.	380
10.5.2 Decreto Supremo N° 129 de 2003.	382
10.6 ¿Es necesaria una normativa para la gestión del ruido ambiental estandarizada y de aplicación mundial?.	382
10.7 Bibliografía específica.	383

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Sonido – hombre – ambiente como mecanismo de comunicación.	13
Figura 2 Complejidad de la información y motivación (curiosidad).	15
Figura 3 Paisaje sonoro natural.	20
Figura 4 Modificación del paisaje sonoro natural.	25
Figura 5 Grupo proyecto paisaje sonoro mundial (WSP).	27

	<b>Página</b>
Figura 6	Materia sonora. 39
Figura 7	Mapa de la tierra mapuche. 52
Figura 8	Ngüngül, chungungo o gato de mar. 53
Figura 9	Andrés Alba. 54
Figura 10	Paisaje sonoro de cinco villas europeas, WSP. 57
Figura 11	Esquema de tipos y grados del impacto sonoro en mamíferos marinos. 61
Figura 12	Fuentes sonoras acústicas naturales y antropogénicas. 64
Figura 13	Los ciclos del paisaje sonoro natural de la costa oeste de la Colombia Británica (Canadá), mostrando los niveles relativos de los sonidos (tomado de Truax, B., 1984: 142). 67
Figura 14	La relación mediadora entre un individuo y el medio ambiente por medio del sonido (modificado de Truax 1984). 69
Figura 15	El generador de ruido. 70
Figura 16	Mapa de ruido de la ciudad de Madrid. 85
Figura 17	Mapa de ruido de la ciudad de Zaragoza. 97
Figura 18	Mapa de ruido de la ciudad de Valencia. Mapa de niveles sonoros $L_{dn}$ . Fuente de ruido de tráfico rodado. 99
Figura 19	Número total de personas expuestas por indicador en centenas ( $L_{den}$ , $L_{dia}$ , $L_{tarde}$ y $L_{noche}$ ) según niveles de exposición. 99
Figura 20	Mapa de ruido de la ciudad de Vigo. Mapa de niveles sonoros $L_{den}$ , fuente de ruido de carretera, ferrocarril e industria. 101
Figura 21	Mapa de ruido niveles sonoros $Leq$ noche ( $Leq_N$ ). Criterio de Interferencia con el Sueño según USEPA. 105
Figura 22	Mapa de ruido niveles sonoros Nivel Equivalente Diario medido durante el período de 24 horas ( $Leq_{24}$ ). Riesgo de Pérdida Auditiva a Largo Plazo según USEPA. 106
Figura 23	Mapa de ruido niveles sonoros Nivel Equivalente día-noche ( $Leq_{DN}$ ). Aptitud Residencial según HUD. 107
Figura 24	Mapa de Ruido. Comuna de Providencia 110
Figura 25	Mapa de Ruido. Comuna de Providencia. 111
Figura 26	Gestión de la contaminación acústica. 116
Figura 27	Modelo de gestión de la contaminación acústica. 120
Figura 28	Modelo de gestión del ruido. 121
Figura 29	Proceso para el desarrollo de una estrategia de gestión de la contaminación acústica. 121
Figura 30	Bartholomeo Eustachi (1510-1574). 144
Figura 31	Sir Francis Bacon (1561-1626). 146
Figura 32	Thomas Willis (1621-1675). 147
Figura 33	Antonio María Valsalva (1666-1723). 148
Figura 34	Domenico Felice Antonio Cotugno (1736-1822). 148
Figura 35	Antonio Scarpa (1752-1832). 149
Figura 36	John Roosa (1839-1908). 151

	<b>Página</b>
Figura 37 H. Zwaardemaker (1857-1930).	152
Figura 38 Hallowell Davis.	156
Figura 39 Relación entre el desplazamiento del umbral asintótico (ATS) y el nivel de presión sonora centrado en la banda de octava de 4 KHz.	163
Figura 40 Recuperación rápida del desplazamiento temporal del umbral de varios sujetos y frecuencias.	164
Figura 41 Crecimiento de las pérdidas auditivas inducidas por ruido en relación al tiempo de exposición a un nivel sonoro de 95 dBA.	166
Figura 42 Modelo de conexiones causales entre exposición a ruido, reacciones, modificadores y efectos sobre la salud.	173
Figura 43 Distribución de los trabajadores expuestos a ruido en Estados Unidos.	177
Figura 44 Porcentaje de utilización de protección auditiva.	178
Figura 45 Trabajadores expuestos al ruido laboral en el puesto de trabajo en la UE.	190
Figura 46 Evolución del número de enfermedades profesionales declaradas en el período comprendido entre el año 2000 y 2005.	193
Figura 47 Esquema metodológico general.	214
Figura 48 Ciclo de los estudios	215
Figura 49 Procedimiento de selección de grupo expuesto y grupo control	220
Figura 50 Encuesta sobre ruidos molestos.	221
Figura 51 Listado de municipalidades.	222
Figura 52 Global Mapper.	225
Figura 53 Pantalla de configuración Global Mapper.	226
Figura 54 Proceso para la generación de símbolos proporcionales, los cuales indican la cantidad de empresas por rango	227
Figura 55 Resultado en la asignación de rangos.	228
Figura 56 Mapa del tipo de sector económico emplazado a nivel comunal.	228
Figura 57 Mapa del sector económico al que pertenece la empresa.	228
Figura 58 Distribución de los trabajadores según edad.	239
Figura 59 Distribución de los trabajadores según daño auditivo	239
Figura 60 Daño auditivo según sexo.	240
Figura 61 Daño auditivo según nivel de exposición.	241
Figura 62 Asociación entre daño auditivo y nivel de exposición.	242
Figura 63 Asociación entre daño auditivo y tiempo de exposición a contaminación acústica.	242
Figura 64 Modelo regresión logístico univariado.	243
Figura 65 Modelo regresión logística multivariado.	244
Figura 66 Modelo de gestión de la contaminación acústica laboral.	322

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
Gráfico 1 Distribución de los trabajadores por edad. Santiago de Chile	252
Gráfico 2 Distribución de los trabajadores según tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.	254
Gráfico 3 Probabilidad de daño auditivo según edad. Santiago de Chile.	263
Gráfico 4 Probabilidad de daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.	264
Gráfico 5 Probabilidad de daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.	264
Gráfico 6 Probabilidad de daño auditivo nivel de presión sonora continuo equivalente. Santiago de Chile.	265
Gráfico 7 Probabilidad de daño auditivo nivel de exposición. Santiago de Chile.	265
Gráfico 8 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 28 – 35 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	266
Gráfico 9 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 36 - 45 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	267
Gráfico 10 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 46 - 54 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	267
Gráfico 11 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 55 - 70 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	268
Gráfico 12 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 2 - 4 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.	268
Gráfico 13 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 5 - 10 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.	269
Gráfico 14 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 11 - 20 años, según NPS y edad. Santiago de Chile	269
Gráfico 15 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 21 - 47 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.	270
Gráfico 16 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 28 – 35 años, según nivel de exposición (moderado = $\geq 85$ - $< 90$ dBA; alto = $\geq 90$ dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	271
Gráfico 17 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 36 – 45 años, según nivel de exposición (moderado = $\geq 85$ - $< 90$ dBA; alto = $\geq 90$ dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	272

	<b>Página</b>
Gráfico 18 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 46 – 54 años, según nivel de exposición (moderado = $\geq 85$ - $< 90$ dBA; alto = $\geq 90$ dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	272
Gráfico 19 Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 55 - 70 años, según nivel de exposición (moderado = $\geq 85$ - $< 90$ dBA; alto = $\geq 90$ dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	273

## **ÍNDICE DE MAPAS**

	<b>Página</b>
Mapa 1 Localización de Empresas. Región Metropolitana de Chile. Sector norponiente.	275
Mapa 2 Localización de Empresas. Región Metropolitana de Chile. Sector nororiente.	276
Mapa 3 Localización de Empresas. Región Metropolitana de Chile. Sector surponiente.	277
Mapa 4 Localización de Empresas. Región Metropolitana de Chile. Sector suroriente.	278
Mapa 5 Número de empresas por comuna. Región Metropolitana de Chile.	279
Mapa 6 Sector económico por Comuna. Provincias de Chacabuco, Cordillera, del Maipo, Melipilla y Talagante.	281
Mapa 7 Sector económico por Comuna. Provincia de Santiago.	282
Mapa 8 Contaminación acústica por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector norponiente.	284
Mapa 9 Contaminación acústica por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector nororiente.	286
Mapa 10 Contaminación acústica por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector surponiente.	288
Mapa 11 Contaminación acústica por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector suroriente.	290
Mapa 12 Daño auditivo por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector norponiente.	292
Mapa 13 Daño auditivo por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector nororiente.	294
Mapa 14 Daño auditivo por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector surponiente.	296
Mapa 15 Daño auditivo por Empresa. Región Metropolitana de Chile. Sector suroriente.	298
Mapa 16 Empresas que producen daño auditivo según sector económico. Provincias de Chacabuco, Cordillera, del Maipo, Melipilla y Talagante.	300
Mapa 17 Empresas que producen daño auditivo según sector económico. Provincia de Santiago.	302

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1 Zonas de afección por niveles $L_{den}$ .	100
Tabla 2: Comparación de la población expuesta según rangos de $LEQ_N$ años 1989-2000.	108
Tabla 3 Comparación de la población expuesta según rangos de $LEQ_{DN}$ años 1989-2000.	108
Tabla 4 Comparación de la población expuesta según rangos de $LEQ_{24}$ años 1989-2000.	109
Tabla 5 Valores límites de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.	119
Tabla 6 Recomendaciones de medidas para gestionar la contaminación acústica.	122
Tabla 7 20 Ideas para Combatir el Ruido a Nivel Local.	123
Tabla 8 Clasificaciones de usos de suelos según diferentes normatividades.	128
Tabla 9 Efectos crónicos producidos por el ruido.	167
Tabla 10 Efectos del ruido sobre la salud a nivel sistémico.	171
Tabla 11 Definición de daño auditivo según la Organización Mundial de la Salud. Modificado a partir de OMS 2004.	183
Tabla 12 Población expuesta en diferentes subregiones. (Datos en tantos por uno). Modificado a partir de OMS 2004.	184
Tabla 13 Carga global de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs.).	185
Tabla 14 Porcentaje de trabajadores expuestos a ruido	186
Tabla 15 Tasa de prevalencia de pérdidas auditivas en Gran Bretaña.	190
Tabla 16 Tasa de prevalencia de pérdidas auditivas en trabajadores del sector de la construcción en Alemania.	191
Tabla 17 Desglose del costo de enfermedades profesionales por grupo de enfermedad. Porcentaje del costo total por compensación en el período 1999-2001.	191
Tabla 18 Índice de incidencia estandarizado de hipoacusia por millón de trabajadores. Datos del 2001.	194
Tabla 19 Población (en tantos por uno) expuesta en las subregiones de EUR-A y AME-A (Estados Unidos y Canadá).	194
Tabla 20 Evolución del número de indemnizaciones por sordera profesional según actividad económica en Japón. Período 1987 a 1995.	196
Tabla 21 Operacionalización de las variables.	217
Tabla 22 Matriz o base para la recolección de datos.	218
Tabla 23 Matriz de datos.	218
Tabla 24 Base de datos.	234
Tabla 25 Distribución de las empresas según comuna. Santiago de Chile	249

	<b>Página</b>
Tabla 26 Distribución de las empresas según ubicación geográfica. Santiago de Chile.	250
Tabla 27 Distribución de las empresas según clasificador Industrial Internacional Uniforme, CIIU Santiago de Chile.	250
Tabla 28 Distribución de los trabajadores según género. Santiago de Chile.	251
Tabla 29 Distribución de los trabajadores por edad. Santiago de Chile.	252
Tabla 30 Distribución de los trabajadores según caracterización de la exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.	252
Tabla 31 Distribución de los trabajadores según nivel de presión sonora. Santiago de Chile.	253
Tabla 32 Distribución de los trabajadores según nivel de exposición. Santiago de Chile.	253
Tabla 33 Distribución de los trabajadores según tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.	253
Tabla 34 Distribución de los trabajadores según caracterización del tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.	254
Tabla 35 Distribución de los trabajadores según daño auditivo. Santiago de Chile.	254
Tabla 36 Distribución de los trabajadores según sexo y edad. Santiago de Chile.	255
Tabla 37 Distribución de los trabajadores según sexo y tiempo de exposición. Santiago de Chile.	255
Tabla 38 Distribución de los trabajadores según sexo y categorización del tiempo de exposición. Santiago de Chile.	256
Tabla 39 Distribución de los trabajadores según sexo y nivel de presión sonora continuo equivalente. Santiago de Chile.	256
Tabla 40 Distribución de los trabajadores según sexo y nivel de exposición. Santiago de Chile.	256
Tabla 41 Distribución de los trabajadores según sexo y condición de exposición. Santiago de Chile.	257
Tabla 42 Daño auditivo según sexo. Santiago de Chile.	257
Tabla 43 Daño auditivo según edad. Santiago de Chile.	257
Tabla 44 Daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.	258
Tabla 45 Daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.	258
Tabla 46 Daño auditivo según nivel de presión sonora. Santiago de Chile.	258
Tabla 47 Daño auditivo según nivel de exposición. Santiago de Chile.	259
Tabla 48 Daño auditivo según condición de exposición. Santiago de Chile.	259

	<b>Página</b>
Tabla 49 Asociación entre nivel de presión sonora de daño auditivo. Santiago – Chile.	260
Tabla 50 Asociación entre nivel de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.	260
Tabla 51 Asociación entre condición de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile	260
Tabla 52 Asociación entre tiempo de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.	261
Tabla 53 Asociación entre tiempo de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.	261
Tabla 54 Asociación entre edad y daño auditivo. Santiago de Chile.	262
Tabla 55 Resultados del modelo de regresión logística univariado. Santiago de Chile.	262
Tabla 56 Resultados del modelo de regresión logística multivariado. Santiago de Chile.	266
Tabla 57 Resultados del modelo de regresión logística multivariado. Santiago de Chile	270
Tabla 58 Resultados de encuesta aplicada.	273
Tabla 59 Escala de valorización de grado de cumplimiento	314
Tabla 60 Valorización del grado de cumplimiento de hipótesis y objetivos generales y específicos.	315
Tabla 61 Normas técnica de prevención con relación al ruido en el puesto de trabajo	337
Tabla 62 Comparación entre reglamentaciones y recomendaciones sobre ruido laboral en Estados Unidos.	338
Tabla 63 Legislaciones sobre ruido laboral a nivel internacional.	342
Tabla 64 Normas ANSI sobre ruido laboral.	346
Tabla 65 Objetivos respecto del ruido del quinto programa de política y actuación medioambiental de la CEE.	349
Tabla 66 Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para vehículos de motor.	351
Tabla 67 Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para motocicletas y vehículos de tres ruedas	351
Tabla 68 Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para equipos de construcción y maquinaria corta céspedes.	354



## RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que, aproximadamente, 278 millones de personas presentan déficit auditivo en el mundo; que el 50% de las pérdidas auditivas podrían evitarse mediante prevención, un diagnóstico precoz y una gestión eficaz y que, más de 4.000.000 de años de vida saludable se perdieron debido a las pérdidas auditivas inducidas por ruido. Lo anterior hace necesario establecer un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, el cual permita adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que ella genera.

Se efectuó un estudio de casos y controles (retrospectivo, observacional y analítico). La muestra estudiada correspondió a un total de 352 empresas y 3.654 trabajadores. Se realizó un modelo multivariado de regresión logística para estimar la asociación entre pérdida auditiva y los factores de riesgos que la originan.

El 92.1 % de la muestra son hombres (3.365 trabajadores) y el 7.9 % son mujeres (289 trabajadoras). No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto de su distribución etaria y tiempo de exposición a contaminación acústica ( $p>0.5$ ), sin embargo, existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto del nivel de contaminación acústica ( $p<0.5$ ).

El 15.02 % de la población estudiada, independientemente del sexo, presenta pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, no existiendo diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p>0.05$ ).

El daño auditivo varía significativamente respecto de la edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica ( $p<0.5$ ). Existe una asociación positiva entre daño auditivo y edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica, es decir, a medida que aumenta la magnitud de estas variables aumenta la probabilidad de pérdida auditiva.

El inicio de una condición de riesgo de pérdida auditiva, se da a partir de: una edad igual o superior a 28 años ( $RM=2.489$ ), un tiempo de exposición igual o superior a 5 años ( $RM=2.883$ ) y un nivel de contaminación acústica igual o superior a 85 dBA ( $RM=2.759$ ).

La distribución de las empresas en el espacio geográfico, no muestra relación con respecto del comportamiento propio de su actividad económica al interior de sus dependencias, asociado al daño auditivo que causa o no a sus trabajadores.

## ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) has estimated that approximately 278 million people have hearing loss in the world that 50% of hearing loss could be avoided through prevention, early diagnosis, and adequate treatment. In addition, over four million years of healthy life were lost due to labor related noise pollution. These facts makes necessary to establish a model to predict hearing loss due to workplace noise that would enable to take preventive measures needed to reduce the prevalence of this pathology and its consequences in the population.

We performed a case-control study (retrospective, observational and analytical). The population studied comprised a total of 352 companies and 3,654 workers. We performed a logistic regression model to estimate the association between hearing loss and the risk factors that cause it. 92.1% of the sample was men (3,365 workers) and 7.9% was women (289 workers). No significant differences was found between men and women with regard to age distribution and time of exposure to noise ( $p > 0.5$ ), however, there was significant differences between men and women regarding the level of noise exposure ( $p < 0.5$ ).

15.02% of the population studied, regardless of sex, presented hearing loss due to workplace noise exposure, with no significant differences between men and women ( $p > 0.05$ ). The hearing damage varies significantly with respect to age, exposure time and noise level ( $p < 0.5$ ). There is a positive association between hearing impairment and age, exposure time and noise level, i.e, increasing the magnitude of these variables increases the likelihood of hearing loss.

The onset of a condition of risk for hearing loss is given from: age less than 28 years (OR = 2.489), an exposure time equal or higher than 5 years (OR = 2883) and a level of noise equal or higher than 85 dBA (OR = 2.759).

The distribution of firms within the geographical space is independent of their business practices within their premises, with respect of hearing damage caused or not to their workers.

## **INTRODUCCIÓN**



El hombre ha tenido conocimiento del efecto de la contaminación acústica sobre su organismo, desde tiempos muy remotos, especialmente al relacionar ciertos tipos de profesiones con el riesgo de volverse sordos. A veces, por una causa brusca, una explosión con gran estruendo; otras, por la exposición prolongada al ruido, como ocurre en la mayoría de las exposiciones a ruido laboral.

Plinio el Viejo (28-79 DC) observó que los nativos que vivían y pescaban cerca de las cascadas y rápidos del alto Nilo ensordecían (Rosen, G., 1974). Hacia el año 1700, Bernardino Ramazzini (1633-1714) describía, en su obra "De Morbis Artificum Diatriba", los efectos del ruido sobre la audición de los artesanos del bronce en estos términos: "...Existen broncistas en todas las urbes y en Venecia se agrupan en un solo barrio; allí martillan el día entero para dar ductilidad al bronce y fabricar luego con él vasijas de diversas clases; allí también sólo ellos tienen sus tabernas y domicilios, y causan tal estrépito que huye todo el mundo de un paraje tan molesto. Dáñese pues principalmente el oído del continuo fragor y toda la cabeza por consiguiente; ensordecen poco a poco y al envejecer quedan totalmente sordos; el tímpano del oído pierde su tensión natural de la incesante percusión que repercute a su vez hacia los lados en el interior de la oreja debilitando y pervirtiendo todos los órganos de la audición..." (Werner, A. y col., 1995; González, A., 2000).

La sordera atribuida al trabajo o sordera profesional o pérdida auditiva inducida por ruido, fue definiéndose en la historia según su relación con determinadas labores. Así se llamó "sordera de los herreros" (Fosbroke, J., 1831), "sordera de los caldereros" (Duchesne, E. A., 1857), y con posterioridad, en plena Revolución Industrial, "sordera de los ferroviarios" y "sordera de los tejedores". Maljutin, en Rusia en 1895, relacionó la intensidad de la sordera de los trabajadores textiles con el tiempo de exposición al ruido. Las investigaciones continuaron a través de Habermann, F.A (1906), que encuentra las lesiones del órgano de Corti en la autopsia de un operario muerto, con antecedentes de haber trabajado en ambientes ruidosos; fenómeno confirmado por Wittmarck (1907) en cobayos; con las detalladas descripciones en Inglaterra, y también en la industria textil, de Legge y de Mc Kelvie (1927). Posteriormente, Davis y B. Larsen (1939), entre otros, continuaron con los estudios sobre la sordera profesional.

Por otra parte, no sólo la industria es fuente de emisión de ruidos peligrosos o dañinos para la audición; el tránsito en sus diversas formas, los equipos de audio cada vez más sofisticados y más potentes, los lugares de esparcimiento donde la juventud se congrega para escuchar su música predilecta, también son fuentes de ruido que pueden dañar el oído humano; órgano caracterizado por su delicada estructura y por su extremada sensibilidad.

A modo de ejemplo, podemos citar que el zumbido de la Tierra fue descrito por primera vez, en 1998 por investigadores nipones que sugirieron que podría ser

causado por las turbulencias del aire en la atmósfera golpeando contra el suelo. Seis años después, un grupo de investigadores dirigidos por Bárbara Romanowicz de la Universidad de California en Berkeley (EE.UU.) afirmó que en realidad, el zumbido era causado por el golpeteo de las olas en el fondo del mar, y no en el aire. Además, el medio marino no se libra de la contaminación acústica, ya que se han conocido los resultados de un estudio de un equipo de científicos del Laboratorio de Aplicaciones Bioacústicas (LAB) de la Universidad Politécnica de Cataluña en el que se ha elaborado un mapa acústico submarino de la costa catalana que registra los niveles de ruido submarino provocados por el tráfico marítimo actual.

Así mismo, los avances tecnológicos han producido cambios drásticos en el paisaje sonoro de nuestros entornos. A principios del 1900, las preocupaciones en cuanto a las molestias originadas por la contaminación acústica fueron básicamente por sonidos humanos y animales, es decir de fuentes orgánicas. En los años 30 las molestias eran producidas por las construcciones de edificios, las calles, los anuncios publicitarios, los aviones, el tráfico. Algunos o muchos de los cuales, aún siguen presentes en nuestras ciudades. La radio también fue un cambio importante en el paisaje sonoro. En general se han transitado caminos hacia el control de la contaminación acústica a través de leyes y normativas sobre niveles sonoros y límites. A lo largo del siglo 20 esto no fue completamente efectivo para disminuir la contaminación acústica en las ciudades. Más aún hay estudios que demuestran que en los últimos 20 años se ha duplicado el volumen acústico promedio de las ciudades.

La audición es una función esencial para la comunicación entre los hombres, el intercambio de información y la identificación de sonidos placenteros, así como la voz de alerta ante situaciones de riesgo. Por eso, su deterioro o su carencia es de magnitud similar a la pérdida de la visión, pero no existe una toma de conciencia social o individual de esta gravedad, como la que existe, por ejemplo, ante el temor a la ceguera. Todos juegan en algún momento de su infancia con la idea de quedarse ciegos, y como sería, en ese mundo de sombras, la identificación de los objetos; pero casi nadie vive esa fantasía con respecto a la posibilidad de volverse sordo. En el mismo Evangelio, se le devuelve la vista al ciego, pero no la audición al sordo. El ruido presenta algunas diferencias respecto de otros contaminantes ambientales. Los químicos, pueden detectarse, simultáneamente, por varios de nuestros sentidos, por el olfato, la vista e incluso el gusto. El ruido, en cambio solo puede ser detectado por nuestro órgano de la audición, y su acción negativa se desarrolla en el largo plazo, exceptuando el trauma acústico originado por detonaciones o fuertes explosiones.

Son conocidos los efectos que la contaminación acústica produce, no solo sobre el órgano de la audición, sino sobre otros elementos o componentes del organismo. Desde el punto de vista fisiológico el ruido actúa sobre el sistema auditivo, sistema cardíaco, ritmo circulatorio, tensión arterial, sistema digestivo, sistema respiratorio y sistema neurovegetativo. Desde el punto de vista psicosocial, presenta efectos negativos sobre las diferentes fases del sueño, sobre la comunicación oral, sobre las relaciones personales, en el rendimiento laboral, produce estrés, fatiga, irritabilidad, etc. Debido a la importancia de los efectos que la contaminación acústica genera sobre el medio ambiente, se hace necesario desarrollar sistemas eficaces para su gestión. Para lograr esto es necesario en primer lugar conocer y comprender las propiedades físicas de las ondas sonoras, unidades de medición y formas de propagación, interpretar los niveles sonoros medidos, comparar las técnicas de medición y de reducción de ruido, para determinar su factibilidad de implementación y eficacia.

Una vez conocido, comprendido y aplicado los fundamentos básicos de las ondas sonoras, es necesario interpretar la interacción de las ondas sonoras con el órgano de la audición, para lo cual es necesario describir la anatomía y fisiología de la audición, analizar la propagación del sonido en cada uno de los componentes del órgano de la audición (oído externo, oído medio y oído interno) e interrelacionar las variables que inciden en la agudeza auditiva, esto permitirá fundamentar posteriormente el impacto que origina contaminación acústica sobre la audición humana, ver Anexo II Mecanismo de la audición.

Las medidas para controlar la contaminación acústica a nivel internacional y nacional, se han basado en la dictación de leyes y normas técnicas de apoyo, esto debido a que se ha calculado que alrededor del 20% de los habitantes de Europa occidental están expuestos a niveles de ruido que los científicos y los profesionales de la salud consideran inaceptables, que molestan a la mayor parte de las personas, que perturban seriamente el sueño y que, incluso, se teme provoquen efectos nocivos en los sistemas cardiovasculares y psicofisiológicos. El número creciente de quejas de la población mundial asociadas con el ruido es una prueba de que el interés de los ciudadanos es cada vez mayor, respecto de determinar medidas para su mitigación y control.

Las medidas de la Unión Europea para abordar los problemas de la contaminación acústica se han abordado desde dos aspectos, separando la exposición laboral a ruido de la del ruido ambiental. Es así como, la Unión Europea viene integrando en sus políticas la preocupación por los riesgos derivados de la exposición al ruido en el puesto de trabajo desde finales de los años 70, a partir de un programa de acción de la Comunidad Europea en materia de seguridad y de salud en el lugar de trabajo, donde se preveía la puesta en práctica de procedimientos armonizados a nivel europeo relativos a la protección de los trabajadores expuestos a ruido, los que han ido evolucionado a lo largo de los años, (ver Anexo III Legislación ambiental para el ruido)

Por otra parte, las medidas de la Unión Europea para abordar los problemas del ruido ambiental, existen hace más de veinticinco años y consisten fundamentalmente en la reglamentación que fija niveles máximos de ruido para vehículos, aeronaves y máquinas con el objetivo de un mercado único y no como parte de un programa medioambiental global de reducción del ruido. Los estados miembros han aplicado una serie de reglamentaciones suplementarias y otras medidas destinadas a reducir los problemas del ruido ambiental y, aunque existen algunas pruebas que demuestran que los niveles de ruido se han reducido en los llamados "puntos negros", datos recientes muestran que el problema del ruido en general empeora y que el número de personas que vive en las llamadas "zonas grises" ha aumentado. En particular, el continuo aumento de todos los medios de transporte, junto con el desarrollo suburbano, han provocado altos niveles de exposición al ruido, cada vez mayor en el espacio y en el tiempo, y es en parte la causa de este empeoramiento. Además, durante las dos últimas décadas, las actividades de ocio y el turismo han creado nuevos puntos y nuevas fuentes de ruido. Como consecuencia de esta situación, el impacto de las medidas políticas aplicadas hasta ahora para abordar el problema del ruido está siendo anulado, (ver Anexo III legislación ambiental para el ruido).



**CAPÍTULO I**  
**MEDIO AMBIENTE Y SONIDO**



El ruido está claramente establecido como contaminante atmosférico, fundamentalmente en sociedades industrializadas y en vías de desarrollo, pero sobre todo en los centros urbanos densamente poblados. Tanto la sensibilidad como la aceptación del ruido presenta variaciones entre diferentes sujetos y entre diferentes culturas (no experimenta de igual forma el ruido un nórdico que un español, ni dos españoles lo hacen tampoco igual). Sin embargo, los efectos nocivos del ruido no respetan patrones culturales. Sus efectos sobre la salud, entendida ésta como “el completo bienestar físico, mental y social y no como mera ausencia de enfermedad”, son numerosos e importantes.

Los primeros sonidos a los cuales el oído está expuesto cuando éste se desarrolla son los sonidos humanos, y a partir de allí serán estos sonidos frente a los que seremos más sensibles como oyentes. El ser humano está tan orientado a percibir sutilezas en la expresión y el reconocimiento de la voz, de la misma manera que está orientado a reconocer rostros. El desarrollo de habilidades para la adquisición de la comunicación auditiva, continúa en toda nuestra vida, aún cuando las habilidades básicas del lenguaje se hayan adquirido. El hacer sonoro humano establece las normas para la comunicación acústica (Truax, B., 1978).

Nuestro cuerpo ofrece diferentes resonancias en la voz. Algunas teorías incluso asocian estas resonancias con estados de ánimo. Somos capaces de detectar el estado o humor de una persona porque percibimos grandes o pequeñas diferencias en su voz. Debemos destacar que en la producción de la voz intervienen, a partir de ciertas adaptaciones musculares, el aparato digestivo y el respiratorio. Por tanto, no debemos extrañarnos al pensar que la voz es una reflexión de toda la persona y que el quehacer sonoro es una significación primaria de comunicación, por la cual se establece la comunicación entre la propia persona y los demás, el entorno. Pensemos ahora en una melodía, imaginémosla en diferentes espacios, una sala de concierto, una habitación, el salón de clase. En cada uno de estos lugares sonará de una manera diferente. Ahora, de la misma manera en que estos medio ambientes físicos “colorean” un sonido, nuestro cuerpo y nuestros pensamientos colorean nuestra voz hasta ser una reflexión de la persona.

A diferencia del acto pasivo de "ser visto", el "ser escuchado" requiere una actitud gestual, que será fundamental en el "ser propio" y de la imagen propia. El sonido es un estímulo que necesita de una intervención corporal activa.

Die Zeit, uno de los importantes semanarios de Alemania, publicó hace algunos años una serie de artículos sobre ruido (Die Zeit, 9 de agosto de 2001), los cuales contienen información interesante. Por ejemplo, se menciona que el volumen de la sirena de un auto policial se ha elevado 40 decibelios desde el comienzo del siglo XX, este solo hecho puede darnos mucha información sobre el volumen de otros sonidos en las ciudades alemanas. También, nos hemos enterado que durante los últimos

veinte años, el nivel promedio del volumen acústico urbano se ha duplicado y que no existe ningún indicador que muestre que esta tendencia vaya a disminuir. Más del 65% de la población se siente molesta por el ruido del tráfico y más del 25% de la población masculina de entre 14 y 25 años sufre de enfermedades auditivas.

Pero al final de todos estos artículos, no encontramos ninguna propuesta que nos diga qué deberían hacer la población o los políticos para reducir estos ruidos. Karlsson, H., 2000, nos han entregado importantes ideas sobre las barreras políticas, económicas y científicas que impiden la realización de cambios positivos, y señala que el tener un medio ambiente saludable desde el punto de vista acústico, sea declarado como un derecho público.

Para alcanzar esta meta política, es necesario elaborar una definición clara de ruido y sonido. Esto, por un lado, podría parecer sencillo. Sabemos que existe un límite psicológico para el volumen acústico, que es dañino para una persona normal. Pero éste no es el caso normal. En la vida diaria, la calidad del medio ambiente acústico se diferencia entre confortable y no confortable. Y es aún más difícil descubrir realmente cuál medio ambiente es confortable y cuál no lo es.

Schafer, M., 1977, propuso cuatro tipos de definiciones de ruido, que van de ser subjetivas a objetivas, éstas son:

- Ruido no Deseado.
- Sonido no Musical (definido como una vibración no periódica).
- Cualquier sonido fuerte.
- Disturbios en cualquier sistema de señales.

Como vemos, tres de ellas (no deseado, fuerte, disturbios) pertenecen a un mismo concepto psicológico: la frustración. La frustración es un concepto básico en el campo psicológico. La frustración significa la interrupción del comportamiento a nivel de una persona. El sonido no deseado, el fuerte y los disturbios en un sistema de señales son factores independientes, que tienen una alta probabilidad de interrumpir un proceso de acción que se encuentra en marcha. La frustración es la respuesta emocional a la interrupción de un proceso, de una acción o de un comportamiento, que podría satisfacer a una persona. Muchas veces la frustración está seguida de agresividad. Para dar un ejemplo: si un estudiante se concentra en la solución de un problema matemático y en el mismo momento un bebé comienza a llorar, este ruido lo interrumpirá. Si el estudiante está bajo tensión, este estímulo acústico lo frustrará e interpretará el llanto del bebé como un ruido. Por otro lado, los padres del niño podrán sentir que el mismo llanto es una señal hermosa.

Los indicadores del ruido, tanto cualitativo como cuantitativo, sólo pueden entenderse dentro de un marco de referencia cultural. Hablando en forma general, la cultura define el sistema de señales y decodificadores bajo el cual se desarrollan todas las formas de comunicación y, la cultura también define, el volumen aceptable de los medios acústicos. En la cultura griega, por ejemplo, se acepta un volumen más bien alto tanto en la mañana como en la noche, pero no en las tardes. En la cultura germana, se aceptan niveles altos a lo largo del día, pero no durante la noche. Las excepciones a estas reglas también están definidas culturalmente, por ejemplo los festivales populares en Alemania son, por así decirlo, el "permiso" para un volumen más o menos alto, mientras que los domingos de mañana y de tarde, el nivel tiene que ser bajo.

En cada cultura, por otra parte, se pueden identificar, de diferentes maneras, varias subculturas, valores de grupos y preferencias individuales en relación al ruido y al sonido, lo que significa que para la definición de sonido y ruido se podría tener en cuenta su nivel de aceptación social. Estas diferencias subculturales o preferencias individuales se realizan en lugares especiales y en áreas definidas. A los aficionados a las carreras de autos les gusta el sonido de los motores, pero en toda cultura este sonido está restringido tanto en el tiempo como en el espacio. El sonido de las carreras de autos se acepta en la ciudad de Montecarlo, y en algunos lugares de dicha ciudad hasta gusta, pero se restringe a un cierto período de tiempo. En caso que los jóvenes realicen carreras de autos en otras partes de la ciudad o fuera de la temporada de carreras en la misma parte de la ciudad, la población podría molestarse y hasta, podría ser necesario que, intervenga la policía.

Podemos definir la diferencia entre sonido y ruido, tanto culturalmente como individualmente, por nuestros "gustos" o "disgustos", por los ambientes sonoros que buscamos o evitamos, por lo que nos excita o nos frustra. Lo dicho antes es muy similar a la noción de ruido como sonido no deseado, citada por M. Schafer en 1977.

Pero tenemos que tener claro que sonido y ruido no pueden entenderse como una relación dual sino como un continuo. Es por esto que el medio ambiente acústico "óptimo" puede identificarse dentro de un rango muy amplio y complejo.

Schafer, M, 1977, señaló que sería necesario analizar todo el medio ambiente acústico, porque podría ser que no se trate de una sola señal de sonido la que nos disgusta, sino una estructura compleja de varios sonidos. Por lo tanto, es necesario analizar todo el campo perceptivo, porque existe una gran interrelación entre nuestras percepciones visuales, acústicas, olfativas y táctiles del medio ambiente. Se puede definir una "ecología de la percepción" como el equilibrio de estos diferentes modos de los sentidos. De esa forma, cada sentido puede desarrollar su potencial óptimo dentro del nivel de percepción integrado. Esto nos conduce al concepto de situación perceptiva, que incluye todos los estímulos que afectan la forma individual de evaluar la calidad del medio ambiente acústico de una persona. Para poder entender porqué a veces un estímulo acústico específico frustra a una persona y otras veces no, tenemos que analizar toda la situación perceptiva.

Algunos pueden argumentar que se trata simplemente de una sobrecarga de estímulos acústicos lo que conduce a definir una situación como frustrante, pero Ipsen, D., 2002, plantea que analizar la situación perceptiva sería más exitoso para entender la diferencia entre sonido y ruido, y que la diferencia de la teoría de Schafer no es la diferencia entre medios urbano y rurales lo que produce las altas y bajas fidelidades, sino el nivel de complejidad acústica que influye en la evaluación del medio acústico.

Por otra parte, dado que actualmente la ciudad y el diseño urbano se encuentran dominados por condicionantes comerciales y de consumo superficial, es difícil encontrar un diseño urbano proyectado hacia los sentidos de modo que desde el diseño y la planificación urbana se promueva una auténtica relación entre la gente y la ciudad.

La arquitectura parece no responder ya a las costumbres y características peculiares de una comunidad, sino que parece responder cada vez más a necesidades dictadas por modas, funcionando bajo la ley del consumo y la mirada de una quimera global. Desde este punto de vista, las ciudades pierden progresivamente

su identidad y especificidad, hasta el punto de que visitar una ciudad equivale a visitar otra cualquiera.

Todo ello nos aleja de los componentes sensibles en la relación hombre-medio ambiente urbano presente en el modelo tradicional de ciudad, componentes que pueden contribuir a dar un giro a la planificación.

El problema de la actual falta de atención hacia los elementos sensoriales es especialmente claro en relación al sonido.

El análisis arquitectónico y urbanístico se viene rigiendo casi exclusivamente por planteamientos visuales, a pesar de que nuestra percepción del medio, como la de otras especies, es multisensorial. Por lo tanto, el desarrollo de métodos en los que se contemplen las variables sonoras será de gran utilidad para el diseño de ambientes.

Existe así un campo de actuación dentro del mundo del sonido que ha sido ignorado, tanto por los acústicos como por los urbanistas, y es precisamente el que se refiere a los sonidos concretos que envuelven la vida cotidiana. Cada cultura, cada sociedad, del mismo modo que produce una arquitectura propia, un lenguaje o un patrimonio musical, también elabora y selecciona con el paso del tiempo unas manifestaciones sonoras características diferenciadoras. El sonido puede tener otras connotaciones, otras dimensiones que difieren de la de ruido y su correlato de molestia. El sonido es algo más que un elemento opresivo que nos aísla del medio, pudiendo erigirse en un importante elemento de relación y comunicación con el medio al proporcionar un contacto físico y dinámico con el mismo. El estudio del medio ambiente sonoro desde este planteamiento implica partir de un concepto fundamental, el de ecología acústica, según el cual el sonido no es entendido como un mero elemento físico del medio, sino como un elemento de información y de unión con el mismo. Desde este planteamiento se considera, tal como afirma Barry Truax que "hombre, sonido y medio constituyen un sistema de comunicación". Ello conlleva a tener en cuenta dos variables hasta el momento ignoradas en la teoría y en la praxis ambiental: la relación afectiva y emocional con el sonido y la importancia del contexto en el que éste es percibido.

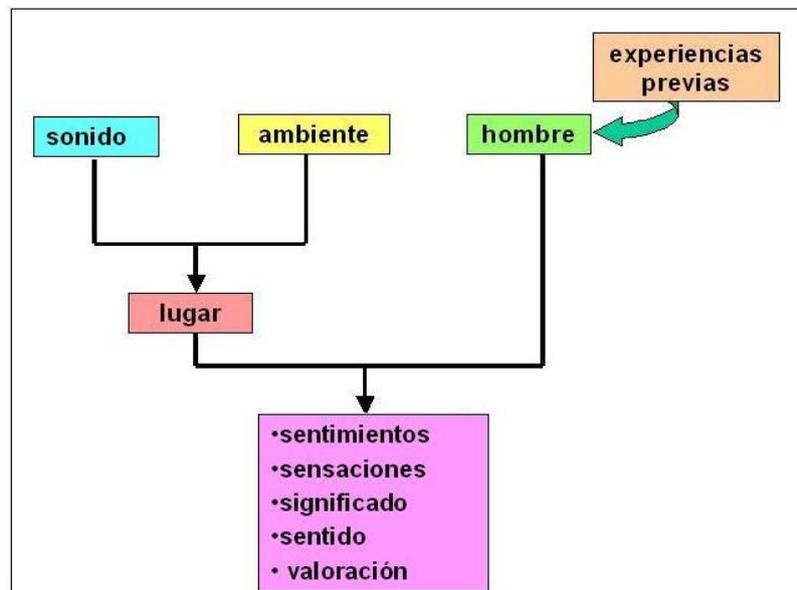
Gran parte de la experiencia de los sujetos a lo largo de su existencia está relacionada con el sonido; cada situación, cada época de nuestra vida va acompañada de un fondo sonoro. Los sonidos forman parte de nuestra experiencia y su escucha puede desencadenar asociaciones inconscientes y hacer surgir de la memoria impresiones e imágenes, ayudando a recuperar vivencias del pasado. El sonido puede llegar a ser un estímulo cargado de significados. Así, la escucha de una frase musical, de determinadas voces o de sonidos vinculados al pasado de una persona puede hacer emerger con fuerza sentimientos, sensaciones y recuerdos que por su propia riqueza y expresividad pueden superar la propia realidad vivida.

En este sentido, las escasas investigaciones (Southworth, M., 1969; Amphoux, P., 1991; Carles, J.L. y col., 1999) que han analizado el sonido desde una perspectiva integral, es decir, teniendo en cuenta no solo el polo ruido-molestia, sino también, el otro polo del continuo, sonido-sentimiento de bienestar, han comprobado cómo el sonido puede contribuir al enriquecimiento y sentido de los diferentes lugares en los que el hombre desarrolla su vida.

La presencia del sonido contribuye al proceso mediante el cual los ambientes se convierten en "lugares", imprimiéndoles una atmósfera particular generadora de múltiples y variados sentimientos y sensaciones.

Asimismo, estos estudios han constatado que la valoración subjetiva del ambiente sonoro depende no, únicamente, de su intensidad sino también y, en mayor medida, de la información contenida en el mismo, del contexto en el que es percibido así como de los significados sociales y culturales que le son atribuidos por los propios sujetos. Es decir, los resultados de estos estudios ponen de manifiesto la necesidad e importancia del análisis del medio percibido al mismo nivel que el ambiente real, dado que la respuesta ante un determinado estímulo surge no solo de sus rasgos físicos sino del significado que le es atribuido por los propios sujetos. Es decir, los sujetos perciben y reconstruyen el mundo a través de sus propios supuestos, valores y expresiones vitales (figura 1).

**Figura 1: Sonido – hombre – ambiente como mecanismo de comunicación.** La valoración de un determinado ambiente sonoro está relacionada con variables objetivas y subjetivas íntimamente relacionadas, lo que en la mayoría de los casos dificulta su evaluación objetiva.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

### 1.1 Proyecto paisaje sonoro mundial.

Desde sus comienzos, la calidad del ambiente acústico fue el tema más importante del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial. Schafer, M., 1976, formuló una hipótesis bastante simple y clara en relación con la calidad del paisaje sonoro, "la transición de la vida rural a la urbana puede caracterizarse en forma general, como un pasaje del paisaje sonoro de alta fidelidad a uno de baja fidelidad", argumentando que la razón de esto es la pérdida de los ritmos diarios y estacionarios de "belleza sincronizada", que pueden encontrarse en los medios naturales. En este sentido, los pueblos europeos, que fueron estudiados por el grupo de investigadores de Schafer, parecen pertenecer al medio natural, o su paisaje sonoro puede describirse por los mismos ritmos. Se argumenta que lo típico de los asentamientos urbanos es justamente lo contrario. "Un paisaje sonoro de baja fidelidad (urbano) es uno en el cual la información acústica trivial o conflictiva enmascara los sonidos que queremos o

necesitamos escuchar. Todo opera simultáneamente con mucha pérdida de energía acústica y con la consecuente destrucción de nervios y tímpanos", (Schafer, R.M., 1976). Además de que esta formulación tiene claramente una connotación antimoderna y antiurbana (motivada principalmente por el sentimiento de sentirse apartado de los patrones "naturales" y familiares por el proceso de industrialización y modernización), puede entenderse también dentro del marco de una teoría general de motivación, especialmente la teoría de la complejidad, y que se puede utilizar para el análisis de la calidad acústica.

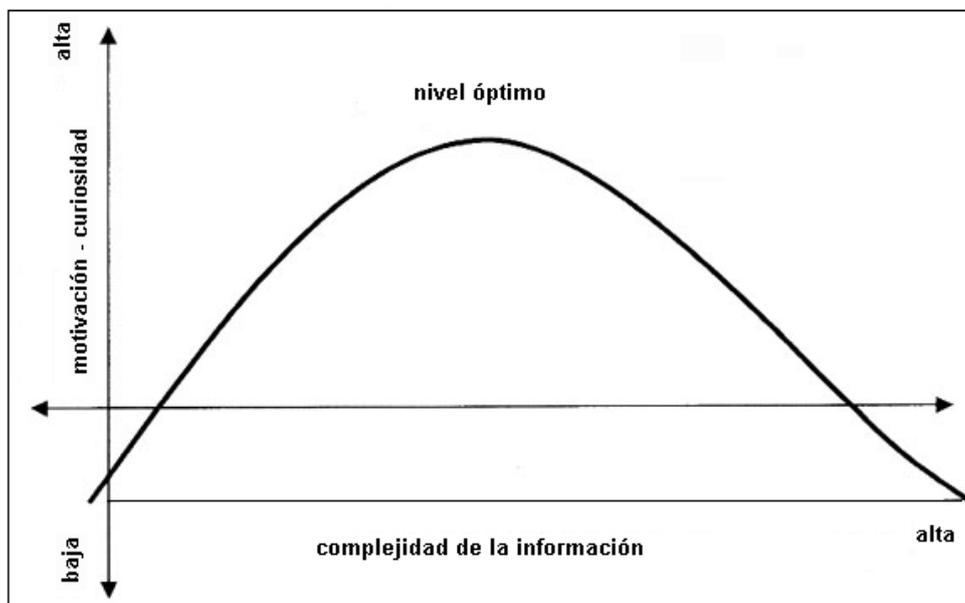
### ➤ **La Teoría de la Complejidad.**

Ipsen, D., 2002, ejemplifica la teoría de la complejidad al narrar la siguiente historia: un amigo me instó a ir a un lugar especial en la ciudad para escuchar el hermoso sonido de un ruiseñor que cantaba en el medio de un paisaje industrial urbano. Esa misma noche busqué y encontré el lugar descrito. Se trataba de un área triangular entre dos vías de tren y una autopista. Un pasaje angosto, para los trabajadores ferroviarios, pasaba por algunos arbustos y cierta cantidad de árboles pequeños. De noche podía escuchar el sonido de la ciudad, trenes pasando, las voces de hombres limpiando los vagones de un tren, el sonido rítmico de un auto al salir de un túnel y el canto de uno o dos ruiseñores. Al igual que mi amigo, pensé que este lugar era fascinante, porque la experiencia acústica parecía ser contradictoria. Estoy acostumbrado a escuchar el canto de los ruiseñores en el campo, y lo relaciono con unas vacaciones en una granja y no, como allí, con el contexto de mi vida urbana diaria. Esta "contradicción" o anormalidad puede ser la razón por la cual el canto de un ruiseñor urbano puede ser más atractivo para mí, que el de uno rural.

Al analizar el relato anterior, se pueden inferir ciertas consideraciones teóricas; una situación acústica puede ser atractiva porque no encaja dentro de nuestras experiencias normales, tal como es el caso del canto del ruiseñor. Pero sin duda, esto no es válido para todas las personas. El ruiseñor urbano será atractivo para una persona que busca información nueva, inesperada, espléndida y compleja. Pero otra persona puede definir la situación como no atractiva, por las mismas razones. Para esta persona podría ser demasiado inesperada, demasiado nueva, demasiado espléndida y demasiado compleja. Y una tercera persona podría sentir que la situación no es atractiva porque ha tenido malas experiencias en la ciudad de noche. Esta persona podría sentir ansiedad en dicha localidad oscura y extraña en medio de las vías del tren y una autopista. Si la persona es tímida, puede estar sometida a tensión y no es receptiva para recibir nuevas informaciones.

Esto significa que necesitamos nuevos conocimientos teóricos para aclarar las diferentes reacciones a situaciones acústicas idénticas. La teoría de la estimulación parece ser de utilidad, para entender cómo juzgan las personas su medio ambiente acústico. Berlyne, D. E., 1974, realizó muchos trabajos en este campo, estableció una hipótesis y la demostró con varios experimentos. La hipótesis se refiere a que el valor motivacional de una situación puede depender de la información que contiene. La relación entre la calidad motivacional de una situación y la complejidad de su información es una regresión no lineal. Es decir, si la complejidad de la información es más bien baja, encontramos una situación menos atractiva. Lo mismo es válido si la complejidad es muy alta y por lo tanto no "legible". Entre estos dos extremos existe un nivel de complejidad que genera la más alta motivación posible en un individuo. Esto se aplica a cualquier forma de información, incluyendo la información acústica (ver Figura 2).

**Figura 2: Complejidad de la información y motivación (curiosidad).** Si la complejidad de la información es más bien baja, encontramos una situación menos atractiva. Lo mismo es válido si la complejidad es muy alta y por lo tanto no "legible".



Fuente: Ipsen, D., 2002.

Lo anterior es aplicable a nuestra vida diaria, ya que si una situación no tiene ningún aspecto nuevo para nosotros, nos sentimos aburridos y no estaremos motivados a buscar este tipo de situación. Por otro lado, si sentimos que una situación está recargada, tratamos de escapar. Es decir, la complejidad de una situación básicamente determina la calidad de la situación. También sabemos, por nuestras experiencias diarias, que la forma en que la gente define una situación es variable. Para distintos individuos el mismo nivel de complejidad puede ser atractivo o no atractivo. Esto muestra que la forma como se juzga la complejidad de una situación depende de la adaptación del individuo y de los rasgos de la situación. Cuanto más se conoce una situación, menos compleja es la información para esta persona. Una persona con un alto nivel de adaptación necesita mayor complejidad para que una situación sea atractiva, que otra persona con menor nivel de adaptación. Pero aún para un mismo individuo, el nivel de adaptación no es estable, sino dinámico.

Una persona puede percibir que una situación es demasiado compleja en un momento, mañana se la puede juzgar como en su punto óptimo y al día siguiente puede ser demasiado simple. Todo esto encaja en nuestras experiencias diarias: conocemos un amigo que está aburrido en una ciudad de la cual nosotros pensamos que es muy atractiva, y nos aburriríamos si escuchamos la misma historia varias veces.

Por lo tanto, la definición de la calidad del paisaje sonoro es parcialmente una función de su complejidad. La complejidad misma es el resultado de una relación dinámica entre el nivel de adaptación de un individuo, por un lado, y las propiedades informativas de la situación, por otro. Esta relación varía entre diferentes individuos y también entre grupos culturales diferentes. También, varía con el tiempo, en función de experiencias colectivas y los conocimientos que los individuos o grupos adquieren a lo largo de sus vidas.

Si volvemos a la pregunta de para quiénes el canto del ruiseñor urbano es atractivo y para quiénes no, vemos que para Ipsen, D., la calidad del ruiseñor urbano puede explicarse simplemente a través del carácter innovador de la situación. Eso eleva la complejidad a un nivel que hace que este paisaje sonoro urbano industrial, visual y acústico sea atractivo para él.

Esta teoría, tal como ha sido desarrollada hasta ahora, puede explicar también la hipótesis de Murray Schafer: la percepción de la naturaleza o de un pueblo desde una perspectiva urbana, incluye una cantidad de elementos innovadores. En este sentido, eso puede ser la diferencia que causa la belleza. En el paisaje sonoro urbano no atractivo, el sentimiento de que existe una información conflictiva puede deberse a la falta de estructura, lo cual puede ser usado para entender este paisaje sonoro como una melodía o, para hablar en términos psicológicos, para entender el paisaje sonoro como una gestalt (forma / figura), que tiene sentido para nosotros.

Volviendo al ejemplo dado por Ipsen, tenemos que, a un estudiante de estética urbana, a quien le gusta el ruiseñor urbano y que conoce muchas ciudades y diferentes paisajes sonoros urbanos; y que a causa de sus experiencias con el tema ha alcanzado un alto nivel de adaptación, para estar satisfecho necesita situaciones inesperadas y complejas. En cambio para otra persona que estudia el canto de los pájaros de una manera pura, cada estímulo acústico o de otro tipo le frustra porque distorsiona el canto del pájaro; esta persona también posee un alto nivel de adaptación, pero el foco de su interés la conduce a otra interpretación de la situación, o sea puede percibir el contexto urbano del canto del ruiseñor como un ruido. Una tercera persona visita la ciudad luego de haber estado largo tiempo en un área montañosa muy tranquila; por lo que su nivel de adaptación es más bien bajo, por lo tanto, interpretará la situación perceptiva del ruiseñor urbano como una sobrecarga y definirá el medio ambiente acústico reinante allí en general como un ruido.

#### ➤ **La situación perceptiva.**

Una situación perceptiva tiene tres componentes. El primero es el foco. En nuestra historia, el foco es el canto del ruiseñor, es decir, es la razón por la cual el amigo invitó a Ipsen a visitar el lugar y ha sido la motivación para que él se quedara allí una hora o más. El segundo componente es el contexto, las cualidades contextuales del área triangular fueron el sonido de autos y tráfico ferroviario, las voces de los trabajadores y el murmullo de la ciudad. Además de los elementos acústicos, forman parte también del componente contextual las sombras arrojadas por algunas luces y la oscuridad de los árboles y arbustos. El tercer componente de la situación perceptiva es el conocimiento; conocimiento que se obtuvo de experiencias pasadas en circunstancias similares, así como sus historias asociadas. Estos elementos residuales son de gran importancia ya que no sólo son el puente entre diferentes intervalos de tiempo en nuestra biografía, sino que conectan nuestras experiencias personales con el conocimiento colectivo de nuestra cultura. En nuestra historia, Ipsen recordó los sonidos de los ruiseñores que había escuchado antes en su vida y los relacionó con el campo y sus vacaciones. La atención especial que le prestó al ruiseñor se debió al hecho excepcional de un pájaro cantando durante la noche, y la importancia que este pájaro tenía para la atmósfera de una noche estival en el medio de Europa. Así fue que su conocimiento anterior de un ruiseñor cantando en el campo se ubicó dentro de un contexto urbano. Esta relación crea un nivel de complejidad más o menos alto y conduce a una evaluación positiva del canto urbano del ruiseñor.

Para entender la complejidad, uno debe analizar la situación total creada por el foco, el contexto y el remanente. Algunas veces no nos gusta un paisaje sonoro porque el contexto es agobiante, pero nos gustaría escuchar el foco. Ipsen, señala que él cree que a eso se refería Schafer, cuando describe el paisaje sonoro urbano como "trivial". Algunas veces la calidad de una situación se debe a que el contexto y el foco cambian continuamente. Esto es lo que sucede muy a menudo, si describimos una situación urbana en un sentido positivo. En cualquier retrato sonoro de Manhattan se pueden encontrar las voces de personas de diferentes culturas étnicas y el sonido de sirenas de autos y de bomberos; el factor más importante para clasificar un paisaje sonoro es el elemento remanente. La memoria individual y colectiva traza el marco de referencia para la evaluación de la situación. Si una persona tiene una actitud antimoderna, antiurbana o antitécnica, no intentará encontrar sonidos interesantes en esa parte del mundo. No entenderá a las personas que pasan sus fines de semana escuchando los sonidos de una carrera de autos. La mezcla del rap y el ritmo acústico de las patinetas será interpretada como ruido. Y si se tiene una actitud urbana y moderna, jamás se entenderá al granjero escuchando a las vacas rumiando en el establo. Estas actitudes son las partes fijas de las memorias, pero millones de asociaciones son una rica apuesta para crear nuevas melodías y concebir una nueva forma. Si bien es cierto, estos argumentos simplifican el mundo real, que no es tan dual. El postmodernismo ha sido útil para abrir las mentes y escapar del marco dual en el cual se veía el mundo anteriormente. Nuestras experiencias brindan la posibilidad de combinar contradicciones con nuevas imágenes. Pero todavía es cierto que nuestras experiencias del pasado estructuran la percepción del presente.

Cambiar el alcance de nuestra percepción no es fácil, porque necesitamos un marco estable para mantener funcionando nuestro sistema de orientación. Al buscar nuevas estrategias para crear más conciencia sobre los temas del medio ambiente, Ipsen desarrolló, en conjunto con un grupo de artistas, una instalación sonora en el centro de Frankfurt. Las personas que hacían compras en un centro comercial podían escuchar diferentes sonidos de agua, en lugares donde normalmente no se escucha el sonido del agua. La teoría que sustentaba esta instalación era cambiar la forma acústica normal del lugar y preparar las mentes para asociar la rutina urbana diaria con sentimientos o reflexiones sobre el uso del agua en la ciudad. El experimento no tuvo impacto en todas las personas que cruzaban la plaza en su camino a hacer compras. Pero por lo menos el 30% de las personas pasaron un tiempo, significativamente, más largo que el grupo de control en la plaza y la mayoría de las personas que fueron entrevistadas brindaron opiniones sobre la relación entre el medio ambiente urbano y el natural. A raíz de esto, Ipsen plantea que, se puede ser optimista, si el éxito y la posibilidad de cambiar el marco perceptivo de las personas se mide en base al número de personas que pasaron más tiempo que el normal en el nuevo contexto de paisaje sonoro.

## **1.2 Paisajes sonoros pluralistas.**

Es posible pasar de las consideraciones teóricas sobre la complejidad y sobre el valor de los paisajes sonoros, a la pregunta de cómo puede describirse un medio ambiente acústico usando como guía la teoría de la estimulación y la idea de la complejidad. Vivimos en un mundo pluralista y la sociología nos dice que en la mayoría de los países occidentales crecerá la tendencia a vivir en conceptos individuales (Beck, U. y col., 1996). Esto nos conduce a desarrollar la idea de que es posible diseñar el paisaje sonoro urbano de modo tal, que diferentes personas, grupos y culturas encontrarán en sus vidas diarias sus niveles de complejidad propios y

adecuados. Existen tres tipos de modelos de paisaje sonoro que nos ayudarán a desarrollar tal proyecto.

➤ **Paisaje sonoro dual.**

Es el más tradicional, se conoce como una estructura general de las ciudades históricas europeas. Una imagen de la ciudad la constituyen el mercado atestado de gente y su calle principal. La iglesia o monasterio silenciosos, la plaza semiprivada de un barrio, el jardín de una familia, en el otro lado. El paisaje sonoro dual se correlaciona con una organización dual de espacio y tiempo en general. Es así que percibimos el espacio como urbano o como rural, el tiempo como día o noche, la vida como pública o privada, la estructura social como rica o pobre, la situación demográfica como joven o vieja. Todos estos patrones duales están asociados con culturas de sonidos y paisajes sonoros específicos, generalmente tradicionales. El paisaje sonoro de un pueblo ha sido asociado con cantos tradicionales, el repique de campanas de la iglesia y el ritmo de trabajo en una tienda de artesanías. La ciudad se asocia con ruido de tráfico, el sonido de personas corriendo y el de las grandes fábricas. Bajo un modelo dual de paisaje sonoro fácilmente se puede pasar de un nivel de complejidad a otro y hasta cambiar el tipo de gestalt. Pero de hecho, este modelo tradicional dual es cada vez más mixto y diferenciado. Las partes tranquilas de la ciudad, generalmente, van siendo tomadas por el turismo; el espacio privado se ve invadido por el ruido de radios, televisores y teléfonos. Por otro lado, la esfera del público se convierte en más privada con teléfonos móviles y organizaciones sociales altamente fragmentadas. Y esto también es cierto para la mayoría de los otros pares duales, especialmente para la diferencia entre lo urbano y lo rural. Pero aún en esta situación, podemos analizar cualquier espacio, una ciudad, un pueblo, un suburbio, o una región entera, y tratar de identificar el potencial de los paisajes sonoros duales. Algunas veces se necesitan solamente pequeñas intervenciones para transformar una plaza en un lugar de contemplación o para organizar un diálogo entre un pequeño jardín privado y una calle con gran movimiento. Un buen ejemplo es la plaza interna del Louvre. El constante sonido de agua corriendo hace que esta plaza sea relativamente tranquila aunque allí estén esperando miles de visitantes. Es posible intentar desarrollar partes de la ciudad para diferentes culturas y así ayudar a diferenciar el paisaje sonoro y bajar el nivel de complejidad. El diferenciar el sonido con patrones de tiempo y espacio dará a las ciudades un paisaje sonoro más pluralista.

➤ **Paisaje sonoro conversacional.**

Es un paisaje sonoro basado en diálogos, para entender el paisaje sonoro como conversacional, el medio ambiente acústico debe entenderse como un proceso. Un ejemplo muy conocido de este modelo lo dan las bocinas y sirenas de barcos y trenes en la región de Vancouver. Algunas veces este diálogo comienza organizándose a si mismo. También, encontramos este fenómeno cuando los gallos de Atenas o El Cairo comienzan su día. Tan pronto como uno de ellos comienza a cantar, el próximo le contesta y en pocos minutos se ha creado un paisaje sonoro conversacional. El equivalente moderno de estas ciudades, es el diálogo de los conductores de taxi tocando sus bocinas. Pero los diálogos pueden proyectarse. La ciudad de Hann Münden realizó una representación sonora, construida como un diálogo entre el sonido proyectado y el paisaje sonoro organizado por si mismo o auto poético. La instalación del sonido reacciona a la situación acústica de la ciudad.

### ➤ Paisaje sonoro sintético.

Sintético significa una combinación de diferentes imágenes y sonidos que normalmente no son afines. Al reunirlos se crea un nuevo paisaje sonoro, esto se conoce muy bien en el campo de la música. Un buen ejemplo lo constituye la mezcla de la música andaluza con la del Magreb. Otro ejemplo lo constituye la mezcla del ruido del tren con el canto de un ruiseñor. En la medida en que nuestro mundo se vuelve más intercultural, mayor es la posibilidad de crear paisajes sonoros sintéticos. Los paisajes sonoros sintéticos serán cada vez más experimentales y podrán ajustarse mejor a los ambientes subculturales.

Los tres tipos de paisaje sonoro tienen diferentes niveles de complejidad. El paisaje sonoro dual es el menos complejo; los modelos sintéticos son los más complejos. Por otra parte, la situación perceptiva en nuestros días también es muy diferenciada. Es así como, diferentes individuos y diferentes subculturas necesitan diferentes niveles de complejidad. Si la zona urbana se concibe de modo que las personas puedan encontrar los diferentes modelos de paisajes sonoros en diferentes partes de la ciudad, entonces tendremos una situación en la que las personas pueden elegir su lugar sonoro óptimo. Así un paisaje sonoro pluralista podría ser apropiado para una sociedad que se diferencia cada vez más.

### 1.3 Paisajes sonoros naturales.

El investigador Bernie Krause, ha pasado más de la mitad de su vida grabando sonidos de organismos vivos y de hábitats naturales. Provisto de diferentes sistemas de grabación de sonido, un par de cascos, y micrófonos, buscando aquellos lugares singularmente tranquilos, preparaba su equipo y se sentaba a esperar durante horas, silenciosa y pacientemente, a que esta sinfonía de la naturaleza se manifestase ante él para poder capturar aquellos maravillosos momentos en cassette. Utilizó estas grabaciones para estudiar de qué modo los ruidos mecánicos, que produce el ser humano, y la degradación de los hábitats afectan tanto a la sinfonía interpretada por las voces de los animales, como a la experiencia que el ser humano tiene de la naturaleza en estado salvaje. Además, ha abarcado el continuo estudio de la biofonía, un término que acuñó para describir como las especies de ciertos hábitats vocalizaban entre sí de un modo especial. Con el paso del tiempo, sin embargo, esta labor se volvió mucho más complicada. En 1968, cuando empezó su aventura, podía grabar durante, aproximadamente, 15 horas y captar, más o menos, una hora de sonido útil; una proporción aproximada de 15:1. Ahora para obtener esos sesenta minutos necesita casi 2.000 horas. ¿A qué se debe este cambio? Existen varias razones. La más determinante es, obviamente, la pérdida inimaginable de hábitats representativos. La segunda es el aumento del ruido mecánico producido por el ser humano, la antropofonía, que tiende a enmascarar las sutiles texturas auditivas de los ecosistemas acústicos que todavía existen. Y la tercera, como una consecuencia directa de las dos anteriores, es el descenso de la capacidad vocal de ciertas especies, tanto grandes como pequeñas, que componen los paisajes sonoros naturales.

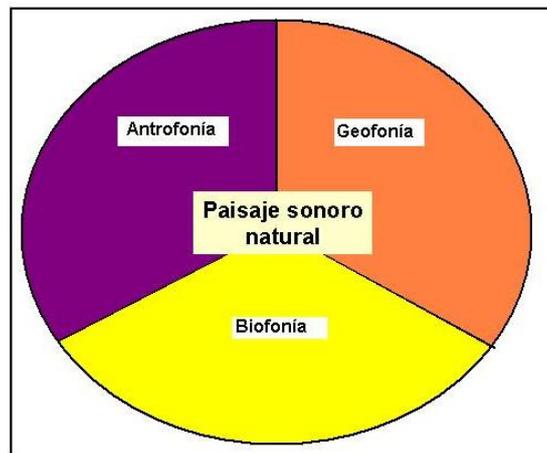
A causa de sus estudios en el ámbito de la bioacústica ha recorrido todo el mundo de polo a polo, transformándose su trabajo en una aventura excitante, especialmente cuando trabaja en aquellos lugares en los que investigan personas tan importantes como Jane Goodall (chimpancés), Dian Fossey en sus últimos años en África (gorilas de montaña), Birute Galdikas en Borneo (orangutanes), y muchos otros biólogos y naturalistas que trabajan en las regiones tropicales y templadas y en los

océanos de todo el mundo. Durante este tiempo ha presenciado cambios radicales en la biofonía de prácticamente todo el planeta, observando desde la perspectiva de la bioacústica, aquello que ha colaborado a la pérdida de nuestros hábitats olvidados y de las biofonías.

➤ **Desaparición de los paisajes sonoros naturales.**

Uno de los recursos simples más importantes de la naturaleza es su voz o paisaje sonoro natural. El término paisaje sonoro hace referencia a cualquier ambiente acústico, ya sea natural, urbano, o rural, que esté formado por tres componentes: (1) la biofonía: sonidos biológicos no humanos que se producen en un ambiente dado, (2) la geofonía: sonidos ni humanos ni biológicos, como el efecto del viento, el agua, o el clima, y (3) la antrofonía: el ruido que produce el ser humano por cualquier medio (figura 3).

**Figura 3: Paisaje sonoro natural.** La integración de la biofonía, geofonía y antrofonía da como resultado el paisaje sonoro natural, su interacción determina la composición final del paisaje sonoro.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En su estado puro, donde no existe ningún ruido producido por el hombre, los paisajes sonoros naturales son sinfonías gloriosas. Sin embargo, la desaparición de estos hábitats unido al aumento del clamor humano ha provocado situaciones en las que la comunicación no humana, necesaria para la supervivencia de las especies a todos los niveles, está en vías de extinción. Al mismo tiempo, se le niega al ser humano una experiencia de la naturaleza salvaje esencial para la interacción con sus semejantes y con su entorno orgánicamente resonante. Además, debido al casi siempre indeseable ruido, los seres humanos pierden con frecuencia la capacidad de comunicarse, incluso entre ellos, por medio del sonido. Los efectos sobre los paisajes políticos, económicos y sociales de nuestra cultura han sido y continúan siendo relevantes.

En *Nature & Madness* (Sierra Club Books, 1982), uno de los primeros libros en los que se abordan las dimensiones humanas de la ecología, el Dr. Paul Shepard, en sus últimos años, describe cómo ciertos síntomas de comportamiento humano patológico propios de la cultura occidental están directamente relacionadas con la pérdida del hábitat salvaje y de nuestra conexión con la naturaleza. Cuanto más nos alejamos del mundo natural, afirma, más patológicos somos como cultura. Comprendió

con rapidez que las voces de los animales eran nuestra ventana a la naturaleza salvaje porque se trata de texturas acústicas fundamentales para nuestro lenguaje, para nuestras canciones y para nuestras danzas. Shepard, lamenta tanto la indiferencia hacia los paisajes sonoros naturales, tan importantes para nuestra existencia, como la significativa pérdida de las voces de los animales en el transcurso del siglo XX. El compositor y escritor canadiense R. Murray Schafer, padre de la palabra paisaje sonoro y del concepto ecología acústica, escribió un libro sobre este tema a finales de los años 70 titulado *Tuning of the World*. En este trabajo, como en los posteriores, Schafer llama la atención sobre el hecho de que el ruido que genera el hombre es un factor que contribuye a la desaparición del paisaje sonoro natural y al mismo tiempo es especialmente representativo de los modelos occidentales de poder.

Schafer, ve estos símbolos como un intento por someter y reemplazar las evidentes voces de la naturaleza. Aquí existen organismos de todos los tamaños: el trueno, el viento, hojas temblando en las ramas de los álamos, las olas del océano en una tormenta, e, incluso, la vibración de la tierra. Como James Watt, ex Secretario del Interior durante la legislatura del presidente de los EE.UU. Ronald Reagan, observó en cierta ocasión: "Para la mayoría de las personas el ruido y el poder van de la mano." Esta era una máxima que Watt predicó obsesivamente. Del mismo modo que Watt, nosotros hemos aprendido a llenar nuestro vacío interior con un ruido constante a expensas de aquellas voces que en realidad podrían influir en nuestras vidas de forma más productiva.

Históricamente, y más allá del mandato bíblico, originalmente en arameo, de dominar y poblar la tierra, la aceleración exponencial de este proceso comenzó a principios del siglo XVII cuando la filosofía económica y política europea socavó por completo el valor estético de la naturaleza. Por ejemplo, René Descartes aborrecía el mundo natural y parecía tenerle un miedo considerable. Después de elevar a los seres humanos a la omnipotencia racional, aseveró que los animales, exceptuando al ser humano, no sentían dolor, y carecían de pensamiento racional y vida espiritual. Al otro lado del Canal de La Mancha, uno de nuestros héroes culturales, Sir Francis Bacon, declaró en 1620: "Debemos torturar a la madre naturaleza hasta que suelte todos sus secretos". Esta máxima mecanicista moderna, que hemos llevado hasta el extremo, es la responsable del deterioro de la atención cuidadosa con el mundo natural. La Revolución Industrial se caracterizó por el poder sobre la naturaleza con el resultado del control sobre sus recursos. En el siglo XIX, incluso el escritor estadounidense Thoreau, el autor de *Walden*, escribió, "Yo adoro la naturaleza no menos que a Dios", y poco después, en el mismo capítulo, escribe: "La naturaleza es difícil de conquistar, pero debe ser conquistada".

El hecho de que el ruido del ser humano repercute en el mundo natural no se podría expresar de mejor modo del que lo hace un artículo publicado hace algunos años en el periódico *Los Ángeles Times*. Este artículo explicaba como se descubrió que la voz de la estrella de Rock Tina Turner era uno de los medios más eficaces para espantar a las aves de las pistas de aterrizaje del aeropuerto de Gloucestershire en Inglaterra. El personal del aeropuerto había utilizado anteriormente grabaciones de cantos de peligro emitidos por las propias aves con escaso éxito. Sin embargo, cuando reprodujeron las grabaciones de la afamada cantante de rock contemplaron inmediatamente un drástico efecto. El oficial jefe del cuerpo de bomberos del aeropuerto Ron Johnson explicó: "... los pájaros realmente odian a Tina Turner." El aeropuerto de Inglaterra occidental, se usa principalmente para aviones comerciales, helicópteros y aviones privados, y está muy cerca de la residencia de la familia real Británica

Krause, a través de los diferentes estudios que ha realizado, ha descubierto que en entornos naturales en los que no interviene el sonido producido por los humanos los animales vocalizan entre si exactamente como lo hacen los instrumentos en una orquesta. Especialmente en tierra, esta delicada estructura acústica está casi tan bien definida como lo están las notas sobre una partitura cuando la examinamos gráficamente en forma de lo que a veces llamamos voice prints. Por ejemplo, en hábitats sanos, ciertos insectos ocupan una zona acústica del ancho de banda, mientras que las aves, los mamíferos, y los anfibios ocupan otras todavía libres y donde no existe competencia por el espacio acústico. Este sistema ha evolucionado así para que cada voz pueda escucharse con claridad y para que cada especie pueda perpetuarse tanto a través de su iteración del mismo modo que lo hace en los demás aspectos de su existencia. Un proceso similar se produce en los entornos marinos. La Biofonía es un instrumento imprescindible para medir la salud de un hábitat, nos ofrece también información valiosa sobre su edad, su nivel de estrés, y puede suministrar nos abundantes e interesantes datos tales cómo, porqué y de qué modo han aprendido a bailar y cantar tanto los seres humanos como los no-humanos. Pero este milagroso concierto de la naturaleza está actualmente bajo la seria amenaza de una completa aniquilación. No sólo vamos hacia una primavera silenciosa, sino también hacia un verano, otoño e invierno silenciosos. (Krause, B., 2001).

Esta frágil trama sonora que ha descrito Krause, de forma tan simple, está siendo destruida por tres factores: uno es la increíble cantidad de ruido que nosotros, los seres humanos, producimos. El segundo, nuestro uso abusivo, en absoluto minimizado, de los preciados recursos naturales incluso incentivado por los tratados GATT (acuerdo general sobre aranceles y comercio) y TLC (tratado de libre comercio). Y por último, parece que nos consume la ilimitada necesidad de conquistar el mundo natural más que la de encontrar una vía para convivir en consonancia con él. Por ejemplo, si comparamos el hecho de que frente al 45% de los tranquilos bosques de Norte América que todavía existían en 1968, en el año 2006, sólo quedaba un 2%. Este fenómeno no es tan evidente en Europa cuyos hábitats ya se pusieron en peligro hace tiempo, esta sobrecogedora situación, combinada con el ruido de las motosierras, los sopladores de hojas, las motos de nieve, los todo terrenos, los quads, las bicicletas de trial, las motos de agua y los motores que impulsan embarcaciones cada vez más rápidas por immaculados lagos, ha creado un espacio para la tragedia. Así al menos los países excesivamente industrializados del mundo y Norte América, en particular, están deseando tomar la delantera y llevar a cabo un rápido cambio sobre la política de uso de estos juguetes y sobre sus peligrosos efectos.

Sólo en estos últimos años han salido a la luz evidencias del daño que producen estas fuentes de ruido. Con el auge del nuevo campo de la bioacústica están surgiendo estudios, gracias a las nuevas técnicas de trabajo de campo, que confirman la pérdida que algunos investigadores, especialmente sensibles con la naturaleza, venían presintiendo instintivamente desde hace tiempo. Los siguientes ejemplos ilustran este punto:

- Algunas clases de ranas e insectos vocalizan juntos en un hábitat concreto con el propósito de que ninguno de ellos sobresalga individualmente. Este coro crea una interpretación sonora expansiva que los protege impidiendo que los depredadores localicen el lugar concreto del que emana el sonido. Las vocalizaciones de las ranas en sincronía surgen, simultáneamente, de tantos lugares que parecen provenir de todas partes. Sin embargo, cuando estos patrones coherentes son devastados por el sonido de un avión a reacción que vuela dentro del área de la laguna, la biofonía especial de las ranas se

descompone. En un intento por restablecer el ritmo unificado y el sonido coral cada una de las ranas se asoma brindando a depredadores como coyotes o búhos la oportunidad perfecta de conseguir comida. Por ejemplo, mientras Krause grababa en primavera a los curiosos sapos de espuela de los llanos (*Spea intermontanus*) en la orilla norte del lago Mono en las Eastern Sierras, a pocos kilómetros del parque nacional de Yosemite, ocurrió algo similar. Después de desaparecer el sonido del avión militar a reacción, pasaron cuarenta y cinco minutos antes de que los sapos consiguieran restablecer su coro defensivo. Bajo la luz vespertina observó como dos coyotes y un fenomenal búho se alimentaban en la orilla de la laguna. Debido a la manera especial en la que grabó y midió el sonido, descubrió que el sonido relativamente intenso producido por un avión a reacción de bajo vuelo puede causar cambios en la biofonía provocando que ciertas criaturas pierdan la protección vital que son sus coros. En otra oportunidad, mientras investigaba la acústica de la cuenca amazónica, un reactor de varios motores paso a escasa altura sobre la selva interrumpiendo el canto de aves e insectos al amanecer, justo donde estaba grabando. Cuando regresó al laboratorio y revisó el efecto del ruido del reactor sobre el paisaje sonoro natural, descubrió que la interrupción causada por el reactor provocó que muchas criaturas parasen sus vocalizaciones mientras otras las modificaban de forma significativa. La ruptura momentánea de la integridad de la biofonía causada por el reactor provocó que muchas criaturas se convirtieran en víctima de depredadores oportunistas como halcones o mamíferos de la zona. Sin lugar a dudas, su comportamiento se modificó perceptiblemente.

- Se ha observado que, debido al ruido que propagan a su alrededor los botes que viajan por la bahía Glaciar en el parque nacional del sudeste de Alaska, las ballenas jorobadas huyen y se esconden detrás de pequeños montículos de tierra o de grandes formaciones de hielo que se desprenden de los glaciares, aparentemente en un esfuerzo por situarse en zonas de "sombra" más silenciosas. En la bahía donde abundaban las ballenas, en los últimos años, se ven cada vez menos. Junto a otros factores como el modo especial en el que cierto ruido de los barcos es amplificado por el contorno geográfico especial de la bahía, algunos biólogos creen que el ruido producido por el ser humano es un ingrediente que contribuye de forma importante en este descenso.
- En pradera Lincoln, a algunos kilómetros al este de Yuba Pass a la altura de la cumbre de Sierra Nevada a 3 horas y media en coche desde San Francisco, existía un hábitat virgen repleto de gran variedad de aves de primavera, insectos y anfibios. Krause efectuó algunas grabaciones a finales de la primavera de 1988. Un año después de su primera grabación, el bosque que rodea Lincoln Meadow fue talado de forma selectiva aparentando a los ojos de la gente, salud y vigor y eliminando cualquier evidencia de destrucción que se percibiría si se hubiese dejado un descampado. Sin embargo, el arroyo que corría por la pradera alpina quedó enturbiado tras la deforestación y las truchas dejaron de esconderse en los hoyos que había a los lados del torrente. La pérdida de la biofonía, todavía resonante y palpable 18 años después, es más evidente que todos los engañosos indicios visuales. No hay densidad de aves. No hay insectos. Sólo en ocasiones aparece un tipo de rana de primavera.

Por lo tanto, la introducción de ruido en paisajes sonoros naturales aumenta el valor de la pérdida porque el ruido disminuye la experiencia humana de la naturaleza. El comportamiento de las especies se modifica como resultado directo del incremento

del estrés. Teniendo en mente que las especies humanas y no humanas responden de forma diferente a tipos, volumen, o combinaciones de ruidos mecánicos, estamos empezando a comprender que muchos de estos sonidos son perjudiciales para ambos mundos aunque las víctimas pueden no parecer conscientes del efecto o desconocen como deben reaccionar. Un experimento que se realizó con humanos en Francia invitaba a varios sujetos a que durmiesen en el laboratorio. Después de sucesivas noches de silencio, los participantes, durante 15 noches, eran sometidos mientras dormían, a las grabaciones de ruido producido por el tráfico. Los sujetos dormidos eran conectados a instrumentos para medir el estrés. Pulsación cardiaca, amplitud de pulsación en el dedo, y la velocidad de la onda del pulso, se midieron durante toda la noche, y cada uno de los participantes respondió un cuestionario al despertar. Entre dos y siete noches más tarde, los sujetos afirmaban que el ruido ya no les molestaba (los sujetos se habían habituado a él). Sin embargo, los efectos del estrés, ritmo cardiaco, etc. "medidos la noche número quince eran idénticos a los que se habían registrados al principio" (Science News, 121, June 5, 1982. 380). (Krause, B. L., 2001).

En 2001, Scott Creel, un biólogo de Montana State University situada en Bozeman publicó, en colaboración con un grupo de colegas, un estudio que relacionaba los niveles de estrés de la enzima glucocorticoide en alces y lobos con la proximidad de las motos de nieve y el ruido que éstas generaban en las poblaciones salvajes de Yellowstone y Voyageurs Parks. En el caso de los lobos del parque nacional de Yellowstone (Wyoming) comprobaron que durante la temporada en la que el tráfico de motos de nieve aumentó en un 25 %, los niveles de estrés de las enzimas se incrementaron un 28 %. Por el contrario, en el parque de Voyageurs (Michigan), el descenso de un 37 % en el tráfico de motos de nieve entre 1998 y 2000, se correspondió con ese mismo descenso en los niveles de estrés de las enzimas. Estas cifras son equiparables para los alces (Krause, B.L., 2001).

Existen muchas razones importantes para reconsiderar los paisajes sonoros naturales inalterados como un recurso valioso. En primer lugar, está claro que los paisajes sonoros naturales no se pueden reemplazar tal y como lo demuestra la pérdida de casi un 40 % de las biofonías de Norteamérica que Krause ha ido catalogando en su biblioteca a lo largo de 38 años, concluyendo que estos son hábitats que nadie podrá volver a escuchar. Ya que han sido silenciados para siempre, extinguidos por completo, o modificados drásticamente (figura 4).

No obstante aún, esta desoladora realidad, aún hay esperanza, ya que el ser humano ha empezado a comprender que los paisajes sonoros naturales vírgenes son reservas y recursos vitales para su disfrute, conocimiento, y comprensión de la naturaleza salvaje como lo hace con su propia historia y cultura. Sin estos vínculos, una pieza fundamental del entramado de la vida se ve tristemente perjudicada. Esta es la razón por la que la Administración de Parques Nacionales de los Estados Unidos (U. S. National Park Service) implantó un fuerte modelo, administrativo y educativo, con el fin de proteger los paisajes sonoros naturales como un valioso recurso. El paisaje sonoro en los parques de los Estados Unidos se considera en la actualidad como un elemento de gran valor que merece la pena conservarse tanto para los visitantes como para los animales. La reacción de los visitantes al ruido en parques nacionales convenció a la administración que escuchar y considerar los paisajes sonoros de forma cuidadosa era tan importante, para nuestro bienestar y nuestra salud, como la preservación de la pureza del agua, la no polución del aire o la no contaminación de la tierra.

**Figura 4: Modificación del paisaje sonoro natural.** Cambio del paisaje sonoro natural de la Alameda de las Delicias (Santiago- Chile, año 1800), actual Avenida Libertador Bernardo O'Higgins (Santiago- Chile, año 2007). Pérdida considerablemente de la biofonía y geofonía del lugar, prevaleciendo actualmente la antropofonía, extinguiéndose el paisaje sonoro natural existente en el siglo XIX.



Fuente: [www.profesorenlinea.cl](http://www.profesorenlinea.cl), 2011

Como dice Paul Shepard al final de *Nature & Madness*; "Los adultos expuestos a la música equivocada, privados de su propio potencial, no son los mejores consejeros. El problema puede ser más difícil de comprender que de solucionar. Debajo de la apariencia de civilización [...] habita en nosotros una persona que conoce los beneficios de nacer en un entorno agradable, la necesidad de un ambiente no-humano rico, actuando como seres animales, la disciplina de la historia natural [...] las artes expresivas de recibir alimento como un regalo espiritual más que como un producto. Hay una personalidad secreta intacta dentro de cada uno [...] sensible a los momentos acertados de nuestra vida.

La sociedad moderna los asimila todos pervirtiéndolos: nuestro profundo amor por los animales se proyectó en las mascotas, los zoológicos, la decoración y el espectáculo; nuestra búsqueda de la totalidad poética fue condicionada por el modelo de la máquina en lugar de por el del cuerpo: el momento del idealismo pueril fue desviado hacia el nacionalismo o a una religión exterior etérea en lugar de hacia una cosmología ecosófica [...] la tarea no está en empezar por recobrar el asunto de la reconciliación con la tierra en toda su sutileza metafísica, sino en algo mucho más simple y directo que nos devuelva la salud metafísica".

Al final, antes de que mueran los ecos de los bosques, puede que deseemos escuchar atentamente los paisajes naturales que todavía existen. Cuando lo hagamos descubriremos que no estamos aislados, sino que somos una parte esencial de un frágil espacio biológico. ¿Cuántos hemos escuchado el mensaje del Jardín del Edén a tiempo? El susurro de cada hoja y de cada criatura nos implora que protejamos el origen natural de nuestras vidas, el cual, en efecto, puede albergar secretos de amor para todos los seres vivos, especialmente para nuestra propia humanidad. Esta música divina está desapareciendo a gran velocidad; se acerca el momento en que quizá tengamos que testificar mientras los espíritus de los animales regresan para una caza final (Krause, B.L., 2001).

#### 1.4 Proyecto paisaje sonoro mundial y la composición con paisajes sonoros.

El concepto básico del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial (WSP) y su establecimiento por parte de R. Murray Schafer, ocurrió en la Universidad Simón Fraser a fines de la década de 1960 y principios de la del 1970. Los detalles de ello fueron documentados por Keiko Torigoe (1982). La idea surgió del intento inicial de Schafer de llamar la atención sobre el medio ambiente sonoro a través de un curso sobre contaminación sonora, así como de su disgusto personal por los aspectos más oscuros del paisaje sonoro de Vancouver que cambiaba rápidamente. Este trabajo tuvo como resultado dos pequeños libros educativos *El nuevo paisaje sonoro* (Schafer, R.M., 1969) y *El libro del ruido* (Schafer, R.M., 1970), además de un compendio de reglamentos canadienses sobre ruido. No obstante, la aproximación negativa que implica inevitablemente la contaminación sonora, siempre en contra de algo, determinó la falta de comprensión acerca de lo que se pretendía obtener como ejemplo positivo. Tampoco despertó demasiado entusiasmo entre los estudiantes, sino más bien cinismo y una actitud fatalista de que no se podía hacer mucha cosa. Debía encontrarse una aproximación más positiva y el primer intento fue un largo ensayo de Schafer (1973) llamado *La música del ambiente*, en el cual describe ejemplos de diseño acústico, buenos y malos, basándose en ejemplos de la literatura.

El llamado de Schafer para establecer el WSP fue respondido por un grupo de jóvenes compositores y estudiantes altamente motivados y, apoyados por la Fundación Canadiense Donner, el grupo inició al principio un estudio detallado del espacio local inmediato, publicado como *El paisaje sonoro de Vancouver* (WSP, 1978). En 1973 Bruce Davis y Peter Huse, realizaron una gira de grabaciones por todo Canadá. En 1975, con el apoyo de otra beca de investigación, Schafer condujo a un grupo más grande en una gira europea que incluyó clases y talleres en muchas de las principales ciudades, y un proyecto de investigación que hizo pesquisas detalladas del paisaje sonoro de cinco pueblos en Suecia, Alemania, Italia, Francia y Escocia. La gira completó la biblioteca del WSP que incluye más de 300 cintas, grabadas en Canadá y Europa con un grabador estéreo Nagra, las cuales fueron catalogadas, además de clasificar su temática y analizar muchos sonidos con respecto a su espectro y nivel. El trabajo también produjo dos publicaciones, una descripción narrativa del viaje llamada *Diario sonoro europeo* y un detallado análisis de paisajes sonoros llamado *Los paisajes sonoros de cinco pueblos* (Schafer, R.M., 1977, 1978). Se prepararon fragmentos de las grabaciones de campo para acompañar ambos documentos, aunque sólo se publicaron los correspondientes al último. El texto definitivo de Schafer sobre paisaje sonoro, *La afinación del mundo* (Schafer, R.M., 1977), y el libro de referencia sobre terminología acústica y del paisaje sonoro llamado, el *Manual de ecología acústica* de Barry Truax (1978), completaron la fase de publicación del proyecto original (figura 5).

A pesar de que el objetivo principal del WSP era el de documentar y archivar paisajes sonoros, describirlos y analizarlos y promover el incremento de la conciencia pública acerca del sonido ambiental a través de la audición y el pensamiento crítico, una corriente paralela de actividad compositiva emergió también creando, quizás menos intencionalmente, lo que se ha denominado el género de la "composición con paisajes sonoros" (soundscape composition, en el original), (Truax, B., 1984). Aún cuando en la terminología de Emmerson, S., 1986, la composición con paisajes sonoros haya sido descrita en términos de "discurso mimético" y "sintaxis abstracta", lo que la caracteriza, definitivamente, es la presencia de sonidos ambientales y contextos reconocibles, cuyo propósito es invocar en el oyente asociaciones, recuerdos y la imaginación en relación con el paisaje sonoro.

**Figura 5: Grupo proyecto paisaje sonoro mundial (WSP).** De izquierda a derecha, R.M. Schafer, Jean Reed, Bruce Davis (parado), Peter Huse y Howard Broomfield.



Fuente: <http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>

El mandato de involucrar al oyente en una parte esencial de la composición, precisamente a efectos de completar su red de significados, surgió naturalmente de la pretensión educativa del proyecto para fomentar la conciencia acerca del paisaje sonoro. Al principio, el simple ejercicio de "enmarcar" el sonido ambiental sacándolo de contexto (en donde es a menudo ignorado) y dirigiendo la atención del oyente a través de publicaciones o de la reproducción pública, implicaba que la técnica compositiva era mínima, incluyendo sólo la selección, edición transparente y transiciones dinámicas (cross-fading, en el original) no invasivas. En retrospectiva, este uso "neutral" del material estableció uno de los extremos del continuo que ocupan las composiciones con paisajes sonoros, aquellas que están más cercanas al entorno original, y que pueden denominarse "composiciones encontradas". La estética propuesta por John Cage de tratar todo material como música puede justificarse en el hecho de que enfatiza el proceso auditivo como si fuera musical, aunque no necesariamente el contenido inherente. No obstante, el WSP evitó proclamar cualquier distinción de ese tipo, en primer lugar, al no atribuir ninguna autoría individual a dichas "composiciones" (aparecían como de autoría colectiva del grupo) y, en segundo lugar, al enfatizar la pretensión educativa más que la estética del ejercicio.

Una extensión sutil pero importante de esta práctica ocurrió con la secuencia *Entry to the Harbour* (Entrada al puerto) de las grabaciones del paisaje sonoro de Vancouver. En este caso para simular la experiencia de entrar al puerto de Vancouver en un barco, pasar las diferentes bocinas de niebla y boyas, no sólo fue necesario comprimir el hecho en el tiempo, sino también mezclar todas las componentes grabadas separadamente, con apropiadas ilusiones de ingeniería para su acercamiento y alejamiento. La grabación de un viaje en barco hubiera estado dominada por el sonido del motor que hubiera enmascarado las señales sonoras y los sonidos naturales deseados. Por supuesto, este abandono del oído como una ayuda navegacional en favor de la instrumentación electrónica moderna y la orientación visual es verdaderamente sintomática de la experiencia moderna que nos aparta de la concientización del paisaje sonoro. En el documento escrito se incluyeron ejemplos históricos extraídos de reportes de historia aural de capitanes de barcos. Pero el propósito de la composición era estimular la conciencia sobre el paisaje sonoro presentando una experiencia aural posible, aunque fuera simulada. Siendo potencialmente familiar pero extrañamente imaginaria al mismo tiempo, la composición invocó varios niveles de actividad auditiva, que abarcan desde la identificación a la

comunicación simbólica. La pieza comienza con un diáfono resonante de baja frecuencia, lo que sugiere soledad, oscuridad y naturaleza primitiva, y culmina con una secuencia de descarga y de gente recibiendo su equipaje en una habitación pequeña y confinada con una puerta chirriante. Esta forma sugiere una mayor transición metafórica tanto para la ciudad como para el individuo simbolizado en el viaje simulado. Cada sonido puede oírse tal y como fuera grabado originalmente, pero el discurso del trabajo resultante no es meramente documental debido a los diversos niveles de significados posibles.

Entre las giras de grabación canadiense y europea, realizadas en 1974, los miembros del WSP produjeron una serie de 10 programas de radio de una hora de duración para la CBC llamados Soundscapes of Canadá (Paisajes Sonoros de Canadá). Los mismos incluyeron, y definieron esencialmente por primera vez, todo el rango de composiciones con paisajes sonoros, desde los documentales naturalistas de autoría colectiva del grupo, hasta composiciones "abstraídas" atribuidas a compositores individuales. En la primera categoría había documentales que incluían algunos con narraciones bastante tradicionales, como Signals, Keynotes and Soundmarks (Señales, Notas Básicas y Marcas Sonoras), pero también una serie de ejercicios auditivos conducidos por Schafer a través de los Six Themes of the Soundscape (Seis Temas del Paisaje Sonoro), que sustituye al narrador por tres voces independientes, cada una de las cuales presenta una perspectiva fáctica, subjetiva y, literalmente, histórica sobre el tema en cuestión.

Desde el punto de vista de la composición con paisajes sonoros, el documental más sobresaliente fue Summer Solstice (Solsticio de Verano), de autoría colectiva, en el cual se combinaron fragmentos de dos minutos que representaban cada una de las horas de un día y una noche de mediados del verano, grabados junto a un estanque cerca de un monasterio rural en la afueras de Vancouver, conformando una composición de 50 minutos. A pesar de haber sido presentado con narración y ejemplos en la versión radiofónica, la pieza misma incluye sólo un mínimo de narraciones que identifican verbalmente cada hora (realizado durante la grabación original). Las ediciones son transparentes, sin ningún tipo de mezcla, de manera que el efecto es un espacio de tiempo comprimido que un individuo no estaría jamás en condiciones de experimentar.

También se realizó una versión expandida de la sección matinal, llamada Dawn Chorus (Coro del Amanecer). La elección del tiempo y el lugar fue diseñada para presentar al oyente lo que podría denominarse ecología acústica natural, alterada sólo mínimamente por la campana del monasterio, por un lado, y por aeronaves y distantes bocinas de trenes, por otro. El ejemplo más llamativo de lo intrincado de dicha ecología se observó al amanecer cuando el cese de los sonidos de alta frecuencia de las ranas evitó la "colisión" aural con el coro del amanecer de pájaros que producían sonidos en el mismo rango de frecuencias. Este es un pequeño ejemplo de lo que Bernard Krause (1993) llamó la "hipótesis del nicho" de las especies naturales y sus patrones de comunicación acústica, según la cual cada especie ocupa una banda específica de frecuencias o, como en el ejemplo del solsticio, una ventana diferente de tiempo. La "composición" del documental "Solsticio de Verano" fue realizada principalmente por fuerzas naturales, mientras que la manipulación en el estudio intentaba evocar una apreciación de dicha ecología.

Dos documentales interesantes, compuestos por el poeta y compositor Peter Huse, hicieron uso efectivo de grabaciones de campo con material del habla. El primero se llama Soundmarks of Canadá (Marcas Sonoras de Canadá) y presenta las

señales sonoras únicas del país, identificadas por lugareños o por quienes realizaron las grabaciones. El segundo es *Directions* (Direcciones) y está compuesto enteramente por fragmentos de conversaciones de quienes realizaron las grabaciones con los lugareños cuando preguntaban por direcciones. La estrecha yuxtaposición de señales sonoras y dialectos locales presenta un mapa aural del país que se experimenta en un espacio corto de tiempo. Howard Broomfield, montó un collage más denso a partir de material de radio encontrado, en su *Radio Program about Radio Programs* (Programa de Radio acerca de Programas de Radio). En esta pieza, por momentos extraña, el compositor juega con la simultaneidad en las ondas aéreas de material no relacionado, usando ejemplos tanto históricos como actuales, así como el hábito de la radio de saltar bruscamente entre diferentes temas de una manera subreal. La pieza trata el paisaje sonoro descorporizado del medio radiofónico como un ambiente con sus propias convenciones y sintaxis, que el compositor satiriza amablemente. Otro experimento en yuxtaposiciones repentinas es el *Maritime Sound Diary* (Diario Sonoro Marítimo) de Truax, en el cual tres "historias" tomadas de tres grabaciones originales son interpoladas por un proceso de cambio de señal automatizado, en lugar de realizar una transición paulatina entre los materiales, que salta a la secuencia siguiente en una serie de duraciones cortas, pero crecientes. Los puntos de transición otorgan a ambos paisajes sonoros un alto relieve, y la línea narrativa se mantiene cuando el oyente recoge más tarde cada historia, a pesar de las interrupciones que se sucedieron.

Muchas de las piezas de la colección fueron más allá de lo descrito anteriormente al usar transformaciones de los sonidos ambientales escogidos. En este proceso se utilizó todo el rango de técnicas analógicas de estudio, con un incremento inevitable del grado de abstracción. No obstante, la intención fue siempre revelar un nivel más profundo de significado inherente al sonido e invocar las asociaciones semánticas del oyente sin obstruir la posibilidad de reconocimiento del sonido. Estas piezas incluyen el documental poético de Bruce Davis, *Bells of Percé* (Campanas de Percé) en el cual nubes de campanas filtradas y fragmentos de voces simbolizan las memorias que rodean las campanas históricas en la región de Gaspé en Québec, tal como fueran descritas coloridamente por el párroco. El par de obras de Davis, *Play* (Juego) y *Work* (Trabajo) incluyen alteraciones rítmicas y tímbricas más elaboradas del material que realzan el carácter de los sonidos que acompañan a estas dos clases de actividad humana. Finalmente, Truax, en su *Soundscape Study* (Estudio sobre Paisaje Sonoro) toma un conjunto de sonidos con imaginario arquetípico (como por ejemplo pasos, el tic-tac y la campana de un reloj, agua gorgojeando, un árbol siendo talado y campanas de iglesia llamando al Ángelus), sometiéndolos a una serie de transformaciones en velocidad, altura y densidad textural (en general de manera independiente). La pieza invita al oyente a seguir los cambios resultantes en morfología e imaginario que producen las transformaciones, y en consecuencia elevar su conciencia acerca de cómo estas variables condiciona nuestras respuestas habituales al sonido ambiental.

Schafer, no produjo directamente ninguna composición con paisajes sonoros, siendo la única excepción la cinta cuadrafónica *Okeanos* (1971), producida en colaboración con Bruce Davis y Brian Fawcett, que es anterior al WSP y está basada en el imaginario literario del mar. No obstante, los conceptos del paisaje sonoro influyeron muchas de sus obras instrumentales y vocales y, lo que es quizás más notable, ha producido piezas específicas de un lugar, como *Music for Wilderness Lake* (Música para el Lago Desierto) (Westerkamp, H., 1981) que tiene lugar en el amanecer y en el crepúsculo, y muchas piezas de música para obras de teatro montadas al aire libre o para ser interpretadas en ambientes no convencionales. También continuó

escribiendo acerca de los estudios sobre paisajes sonoros, como su reciente colección de ensayos *Voices of Tyranny, Temples of Silence* (Voces de la Tiranía, Templos de Silencio) (Schafer, R.M., 1993).

Por otra parte, toda la obra compositiva de Hildegard Westerkamp utiliza sonido ambiental (Zapf, D., 1981), usualmente grabado por ella misma, con la excepción de la pieza temprana *Fantasie for Horns* (Fantasía para Bocinas, 1978) que utiliza principalmente la biblioteca del WSP para crear un collage musical basado en el sonido de varias bocinas y un riachuelo. Más aún, no todas sus obras están pensadas para ser interpretadas en concierto, muchas de ellas fueron diseñadas explícitamente para la radio, incluidas aquellas que fueron presentadas como parte de su serie de programas *Soundwalking* (Realizando paseos sonoros) en una estación comunitaria local (Westerkamp, H., 1994) y, más recientemente, para ser interpretadas por ella con el acompañamiento de cinta, como en *Cool Drool* (1983), un sátira sobre el Muzak, e *India Sound Journal* (Diario Sonoro de India, 1993), un diario de paisajes sonoros. Dado que la radio contemporánea funciona a menudo como un ambiente "acompañante" artificial, se presta particularmente para presentar composiciones ambientales que inviten diferentes niveles y tramos de atención. No obstante, el medio implica también que el oyente pueda entrar en la pieza en cualquier momento, por lo cual las formas lineales que dependan del reconocimiento de material oído previamente pueden resultar inapropiadas. Usando una serie de poemas de Norbert Rubesaat como material, resuelve este problema en la obra más extensa, *Cordillera* (1980), en la cual una serie de imágenes desérticas se relacionan como un paisaje con múltiples dimensiones y sin una carretera lineal que dicte la dirección del viaje. Una ventaja notable del medio electroacústico, por otra parte, es la estratificación de lo que podrían llamarse diferentes "niveles de supresión", en los cuales el presente real, el presente grabado del comentario en curso, el pasado reactuado y recordado, así como acontecimientos imaginados del pasado o futuro pueden coexistir con el oyente moviéndose fluidamente entre ellos. Las presentaciones de Westerkamp explotan a menudo esta estratificación de niveles al dejarnos oír su voz tanto en vivo como grabada en un uso creativo de la "esquizofonía". (Truax, B., 1996)

Uno de los proyectos más ambiciosos fue la *Harbour Symphony* (Sinfonía Portuaria) comisionada por el Pabellón de Canadá durante la Expo 1986, interpretada por remolcadores en el puerto de Vancouver alrededor de la Plaza Canadá. Esta obra, al igual que toda su obra radiofónica para ser interpretada en vivo, presenta la posibilidad de romper la barrera de la sala de conciertos y, consecuentemente, la división entre música y paisaje sonoro, entre quienes asisten a conciertos y el público en general. Temas sociales, culturales y políticos pueden introducirse eficazmente dentro del dominio compositivo, como en *His Master's Voice* (La Voz de su Amo, 1985), *Street Music* (Música Callejera, 1982) y *Under the Flightpath* (Bajo la Ruta de Vuelo, 1981). Puede apuntarse al proceso mismo de la audición, con el resultado de un incremento de la conciencia, como sucede en su obra temprana *Whisper Study* (Estudio sobre Susurros, 1975) o la más reciente *Kits Beach Soundwalk* (Paseo Sonoro por la Playa Kits, 1989). No obstante, el nivel de complejidad en sus composiciones con paisajes sonoros sigue siendo el más alto en sus piezas para cinta sola. Éstas incluyen la pieza de texto-paisaje sonoro *A Walk Through the City* (Un Paseo a Través de la Ciudad, 1981), basada en un poema y su lectura por Norbert Rubesaat, y su piezas recientes *Cricket Voice* (La Voz del Grillo, 1987) y *Beneath the Forest Floor* (Bajo el Piso de la Selva, 1992), que suavemente se desdoblán en lo que podría llamarse el hiperrealismo del paisaje sonoro compuesto, en el cual voces, tanto naturales como humanas, desarrollan una acción recíproca. En todas estas piezas

Westerkamp explora las amplias posibilidades de la composición con paisajes sonoros, inspirada en el legado del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial.

La composición con paisajes sonoros, con el trasfondo conceptual interdisciplinario de los estudios sobre paisajes sonoros y la comunicación acústica, y los medios técnicos de granulación y estiramiento en el tiempo, ofrecen un modelo bien desarrollado para el uso musical del sonido ambiental. Los principios de la composición con paisajes sonoros son:

- a) se mantiene la capacidad del oyente de reconocer el material de partida, aún cuando se realicen transformaciones posteriores;
- b) se invoca el conocimiento del oyente del contexto ambiental y psicológico del material de paisaje sonoro y se lo estimula a completar la red de significados atribuidos a la música;
- c) se permite que el conocimiento del compositor del contexto ambiental y psicológico del material de paisaje sonoro influya sobre la forma de la composición en todos sus niveles y, en última instancia, la composición es inseparable de algunos o todos dichos aspectos de la realidad; e, idealmente,
- d) la pieza realza nuestra comprensión del mundo y su influencia se traslada a los hábitos perceptivos cotidianos.

En consecuencia, el objetivo real de la composición con paisajes sonoros es la re-integración del oyente con el medio ambiente en una relación ecológica balanceada.

### **1.5 El surgimiento de los estudios sobre paisaje sonoro.**

Hildegard Westerkamp, desde sus inicios de su trabajo con R. Murray Schafer y el Proyecto Paisaje Sonoro Mundial (WSP) en los años setenta tuvo claro que la Bauhaus había tenido una fuerte influencia en la forma en que surgieran los estudios sobre el paisaje sonoro como disciplina de estudio y en la cual éstos fueran definidos. Schafer escribió:

"La más importante revolución en la educación estética en el siglo veinte fue la realizada por la Bauhaus. Muchos pintores famosos enseñaron en la Bauhaus, pero los estudiantes no se convirtieron en pintores famosos, dado que el propósito de la escuela era diferente. Juntando el arte con los oficios industriales, la Bauhaus inventó el campo totalmente nuevo del diseño industrial." (Schafer, R.M., 1977)

Dos aspectos de la Bauhaus atrajeron a Schafer. La naturaleza interdisciplinaria de su práctica educativa y de diseño, así como la conexión que se realizó entre el dominio técnico del oficio y la producción artística, el funcionalismo y la creatividad. En el trabajo del WSP, muchos de los participantes eran compositores y músicos, establecieron conexiones similares. No entendían al compositor solamente como un diseñador acústico de sonido musical en una composición, sino también, y lo más importante, como un diseñador acústico de la vida cotidiana. Como resultado de ello estudiaron los diversos aspectos del sonido y los aplicaron a situaciones de la vida real. Más que permanecer marginados produciendo música culta inaccesible y abstracta destinada a audiencias exclusivas y reducidas, concebían al compositor como un contribuyente valioso en el manejo de asuntos del paisaje sonoro. Los compositores podrían convertirse en los arquitectos sonoros o diseñadores acústicos, socialmente conscientes, de nuestras ciudades, edificios y pueblos. Fue precisamente

esta visión del artista / compositor como una persona con oficio, educado en todas las disciplinas del sonido y enteramente conectado con y útil para el mundo real, lo que atrajo del WSP a Westerkamp. La concepción de Schafer iba más allá: "Actualmente se está necesitando una revolución equivalente entre los varios campos de los estudios sonoros. La revolución consistirá en la unificación de aquellas disciplinas que se ocupan de la ciencia del sonido y aquellas que se ocupan del arte del sonido. El resultado será el desarrollo de las interdisciplinas ecología acústica y diseño acústico". (Schafer, R.M., 1977).

En otras palabras, los compositores no se familiarizaron, con los diversos aspectos científicos del sonido, sino que concibieron su tarea como la unificación de las diversas profesiones que se estaban ocupando ya de la acústica, el sonido y el ruido. Actualmente, 30 años después, la concepción de Schafer de la unificación de disciplinas prácticamente no ha echado raíces. Al igual que los miembros originales del WSP la mayoría de las personas que están comprometidas en el campo de los estudios sobre el paisaje sonoro o la ecología acústica son también compositores, músicos, artistas radiofónicos y otros similares. También, se han involucrado los arquitectos, geógrafos, urbanistas, psicólogos, ingenieros acústicos, audiólogos y otros. Pero se trata generalmente de excepciones, estudiantes y profesionales que se animan a romper las fronteras de su propia especialización y quieren acercarse a una visión más inter o multidisciplinaria del sonido.

De manera que, en realidad, no puede hablarse aún de la unificación de disciplinas en la forma en que Schafer lo previó. Sigue siendo una tarea importante y continua clarificar a los científicos especializados del sonido que cualquier estudio e investigación del sonido en el contexto de la ecología acústica simplemente tiene que abandonar el laboratorio y debe ocurrir en el "campo". De la misma manera, muchos de quienes están ya ocupándose de la ecología acústica como campo de estudio, deben entender que ello no puede ocurrir solamente dentro de los límites de la producción artística y que es efectiva y urgentemente necesario el conocimiento acerca de todos los aspectos del sonido, incluidos los aspectos científicos. Es la única forma de promover cambios e intercambios efectivos en un paisaje sonoro lleno de problemas ecológicos.

Nadie preocupado por la calidad del medio ambiente sonoro puede esconderse detrás de la especialización, ya sea que esté localizada en la arena artística o científica, sino que debe abarcar todos los aspectos del sonido. El sonido es la "voz" de una sociedad, de un paisaje, de un medio ambiente. Si comprendemos los significados del sonido comprenderemos lo que un lugar, una sociedad están diciendo acerca de sí mismos. Si comprendemos el comportamiento del sonido podremos oír cómo una sociedad se comporta en relación con su medio ambiente. Si oímos nuestra propia audición, también podremos oír la manera en que nuestra propia producción de sonidos en la vida diaria influye sobre la calidad del paisaje sonoro.

El término paisaje sonoro deriva de paisaje terrestre (en inglés "soundscape" deriva de "landscape"). El paisaje sonoro es la manifestación acústica de "lugar", en donde los sonidos dan a los habitantes un sentido de lugar y la cualidad acústica del lugar está conformada por las actividades y comportamientos de los habitantes. Los significados son creados precisamente debido a dicha interacción entre el paisaje sonoro y la gente. Por lo tanto, el medio ambiente sonoro (o paisaje sonoro), que es la suma de la totalidad de sonidos dentro de un área definida, es un reflejo íntimo de, entre otros, las condiciones sociales, políticas, tecnológicas y naturales del área.

Cambios en las mencionadas condiciones implican cambios en el medio ambiente sonoro.

Es así como Westerkamp, señala, a modo de ejemplo, que su madre que nació en Alemania en 1907, recuerda cuando oyó el primer automóvil y, por supuesto, el primer avión. Recuerda la primera vez que oyó la radio, música en un tocadiscos o una película sonora. Los cambios tecnológicos se sucedieron tan rápidamente y fueron tan numerosos a lo largo de su vida, esto es, la mayor parte del siglo veinte, que resultaron en enormes cambios en el paisaje sonoro. Muchos de nosotros no sabemos lo que significa experimentar esos cambios tan profundos. Y es precisamente debido a dichos cambios que hubo un incremento en la densidad de sonido, ruido y música, que hay comparativamente muy poco silencio en nuestras vidas y que, en última instancia, la preocupación por la calidad del paisaje sonoro se convirtió en un tema de discusión. El paisaje sonoro y nuestra experiencia de él, especialmente en medio ambientes urbanos o tecnológicamente modernizados, está fuera de balance y esa es la razón de que los términos ecología sonora o ecología acústica sentarán raíces en nuestro lenguaje y en nuestro pensamiento.

Los estudios sobre el paisaje sonoro surgieron en un momento en el que la polución por el ruido se había convertido en un problema reconocido y ampliamente extendido. Sean cuales sean las acciones que se hayan tomado en contra del ruido, el problema no parece desaparecer. Las mediciones y legislación aisladas no son suficientes. Se necesita otra cosa, activar nuestros oídos, escuchar y encontrar caminos de comprensión del paisaje sonoro que nos rodea y nuestras formas de relacionarnos con él. En otras palabras, a través de los estudios sobre el paisaje sonoro podemos comenzar a entender que el problema del ruido no radica fuera de nosotros, sino que está intrincadamente ligado a nuestra relación con nuestro medio ambiente, al grado de conciencia o inconciencia con el que escuchamos y producimos sonidos. Westerkamp, señala, que la experiencia enriquecedora de trabajar como miembro del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial estuvo conectada con el esfuerzo sincero del grupo de combinar el conocimiento científico con el conocimiento artístico y perceptivo del sonido. Era precisamente en esta combinación de investigación, educación, creatividad y activismo en la cual radicaba la energía del WSP, la que nos permitió producir en relativamente corto tiempo un número de documentos y proyectos pioneros.

Adicionalmente, no sólo investigaron el sonido a través de diversas disciplinas sino que procuraron información intercultural de todo el mundo con el objetivo de entender diferentes formas de escuchar y producir sonidos en otras culturas. Esto se ha convertido en algo particularmente relevante en el mundo actual de expansión del turismo, viajes, migraciones, movimientos de refugiados, etc. Investigadores individuales en estudios culturales comenzaron a prestar atención al trabajo sobre el paisaje sonoro y a la ecología acústica desde su propia perspectiva. Pero la mayor parte de la exploración sonora intercultural tiende todavía a estancarse en las maravillas de la tecnología moderna de grabación. Raramente trasciende la grabación de paisajes sonoros extranjeros para pasar a un estudio o análisis profundos. Los numerosos CDs disponibles actualmente de paisajes sonoros naturales y urbanos de muchos países del mundo se han convertido, en el mejor de los casos, en documentación interesante, información aural, una historia, una especie de texto de otro lugar. En el peor de los casos se han convertido en un producto importado, un sonido "pulcro" sin ningún significado real más allá de la experiencia del asombro, sin ninguna información acerca de los lugares en los cuales los sonidos se originaron. Se han convertido en una excusa para seguir no-escuchando, "muzak de la nueva era"

("new age muzak" en inglés) u otro objeto más en nuestras caparazones (Westerkamp, H., 1999).

No obstante, no hay nada malo en la grabación de paisajes sonoros de otras culturas, mientras sea hecha para incrementar nuestra comprensión mutua y aprender a escucharnos. En el contexto actual de comunicación global o globalización corporativa, debemos conocer más y comprender mejor el lenguaje del sonido en las diferentes culturas. Los viajes y la emigración abren nuestra percepción auditiva porque nuestros oídos están alertas ante lo desconocido, lo indescifrable, a la vez que extrañan lo familiar. La necesidad de decodificar los significados de los sonidos y paisajes sonoros no familiares nos hacen escuchar con atención. En ningún lugar se hace más claro que durante un viaje que oír es una forma de supervivencia, un intento de orientarse en un lugar nuevo. Y cuando comenzamos a familiarizarnos con el paisaje sonoro de una nueva cultura comenzamos a sentirnos allí un poco más en casa, comenzamos a sentirnos más seguros. A menudo, en ese instante, tendemos a recordar conscientemente y quizás con nostalgia los paisajes sonoros de los que venimos.

Posiblemente no sea sorprendente, dadas la expansión de las posibilidades de comunicación a través del globo, la creciente tendencia a viajar y a los intercambios culturales, que en 1993, algunos años después de que el WSP cesara de existir como un grupo activo de investigación, se formara una nueva organización, el Foro Mundial de Ecología Acústica (WFAE), una asociación internacional de organizaciones e individuos afiliados, que comparten la preocupación por el estado de los paisajes sonoros mundiales. Al igual que el WSP, el WFAE entiende la ecología acústica como la relación entre organismos vivos y su medio ambiente sonoro o paisaje sonoro. Entiende que su tarea es llamar la atención acerca de desbalances insanos en esta relación, mejorar la ecología acústica de un lugar cuando sea posible y preservar paisajes sonoros acústicamente balanceados. La idea común detrás de estos planteamientos es la preocupación y cuidado por el medio ambiente sonoro, es una relación sentida. Querer cuidar el medio ambiente acústico en el sentido más profundo genera el deseo de escucharlo y viceversa, oírlo genera el deseo, o quizás más allá aún, resalta la urgente necesidad de cuidarlo, al igual que cuidar a nuestros hijos genera el deseo de escucharlos y viceversa. Al igual que el WSP, el WFAE aspira a combinar el conocimiento científico y artístico / perceptivo del sonido, investigación y educación, trabajo creativo y militante.

## **1.6 La bauhaus y el paisaje sonoro actual.**

A pesar de que la bauhaus pueda haber ejercido una fuerte influencia sobre las primeras aproximaciones a los estudios sobre el paisaje sonoro y las ideas de diseño acústico, muchas de las consecuencias del diseño de la bauhaus pueden no haber producido necesariamente resultados positivos sobre el paisaje sonoro mismo.

Walter Gropius, arquitecto y fundador de la bauhaus, estaba interesado en la creación de belleza en sus diseños, derivada de adaptar la forma a una cultura tecnológica. El resultado fue una especie de diseño mecanicista o arquitectura industrial. La bauhaus pretendía ser un lugar que proporcionara un medio ambiente completo, físicamente homogéneo, en el cual todas las artes visuales tuvieran su lugar. Aprendiendo oficios prácticos y familiarizándose con herramientas, materiales y formas y, lo más importante, con la máquina, los diseñadores / artistas deberían estar mejor capacitados para resolver los problemas sociales de una sociedad industrial.

De manera similar, Schafer concibió el Proyecto Paisaje Sonoro Mundial como una especie de paraguas para todas las disciplinas que se ocupan del sonido y la música. Aprendiendo todo acerca de cómo funciona el sonido y nuestra percepción auditiva en la sociedad, deberíamos estar mejor capacitados para resolver los problemas de la sociedad postindustrial con sus problemas medioambientales.

En el contexto de su tiempo la bauhaus combinó el arte y la utilidad y buscó introducir la estética en el diseño industrial y de maquinarias. No apuntaba a diseñar objetos de lujo para la élite rica, sino producir objetos agradables desde los puntos de vista funcional y estético para la sociedad de masas. Sus resultados fueron, a pesar del corto período de existencia, una extendida aceptación del diseño funcional y no ornamentado en objetos de uso cotidiano. De la misma manera en que la bauhaus buscaba liberar a la arquitectura y al diseño visual de su sobrecarga ornamental o "ruido" visual, llevando a cabo una especie de limpieza de todo lo inútil que una sociedad tradicional puede crear, también los estudios sobre el paisaje sonoro o el diseño acústico pretenden liberar al paisaje sonoro de su sobrecarga sonora, su ruido y todo el "perfume" acústico que, por ejemplo, la Corporación Muzak ha introducido en el medio ambiente urbano. El deseo por la línea simple y limpia, la superficie libre de ornamento en la bauhaus, puedan tal vez equipararse al deseo de silencio como base para el diseño acústico del paisaje sonoro.

La bauhaus debe comprenderse en el contexto de su tiempo, cuando la línea perfilada, la eliminación de lo innecesario e incluso la despersonalización eran una liberación del manierismo burgués en el diseño. En música puede observarse algo similar en esa época. Los compositores, como Schönberg con su aproximación a la composición con doce sonidos, buscaban realizar una incisión a través de la densidad musical wagneriana, llegando a una especie de claridad, simplicidad y transparencia en su música; o, tal vez ideológicamente más cercano, el caso de Eric Satie con su *musique d'ameublement* (música mueble), en la cual el acto de escuchar música como forma artística estaba activamente desestimulado, debiendo el sonido mismo funcionar como el amueblamiento del lugar en el cual tenía lugar, como un telón de fondo para la dinámica social de la ocasión. Poco podía imaginarse que la Corporación Muzak desarrollaría unos 15 años después, exactamente, esa misma idea en un contexto social completamente diferente (es decir, en fábricas y, posteriormente, en entornos comerciales), con tal éxito que actualmente enormes segmentos de la sociedad en todo el mundo han sido condicionados para no escuchar. Poco podía imaginarse que la no audición ampliamente extendida se convertiría en un hábito ecológicamente peligroso.

En el tiempo de la bauhaus la estandarización y la despersonalización eran deseables en el diseño de edificios. Pero la arquitectura que se desarrolló a partir de ello se ha convertido en un estilo internacional de arquitectura urbana que se puede encontrar en cualquier parte del mundo en la que haya dinero corporativo. De hecho, la estética de la bauhaus, que estaba en extrema oposición a la estética burguesa de la época, fue ampliamente utilizada y explotada por la ideología capitalista. Cuando hoy observamos algunas de las consecuencias físicas actuales del diseño de la bauhaus y sus concepciones, surgen ciertos problemas reales en relación con el diseño del paisaje sonoro y la ecología acústica. Los marcos de acero y el vidrio eran sinónimos de belleza funcional en el diseño de la bauhaus. Junto con el hormigón conforman hoy las superficies altamente reflejantes de los edificios de altura en los centros urbanos modernos. Acústicamente estos entornos crean el llamado efecto cañón, en el cual el hormigón, el acero y el vidrio sirven como enormes amplificadores

del sonido del tráfico, sirenas de emergencia, sonidos de escape de los edificios, y así sucesivamente.

Aunque seguramente, no había sido anticipado por los diseñadores de la Bauhaus, el funcionalismo y la eficiencia en el diseño de edificios se ha desarrollado hasta sus extremos durante el siglo veinte en la medida en que los bancos y corporaciones fueron erigiendo sus altas torres. El control artificial de aire y luz se ha convertido en un aspecto integral de este tipo de diseño de edificios, en los que las ventanas no pueden abrirse y no entra la luz natural. Desde un punto de vista sonoro esto se traduce en zumbidos eléctricos de la iluminación artificial y en sonidos de banda ancha del aire acondicionado, y en poderosos sonidos de banda ancha producidos por los sistemas externos de escape de los edificios. Las ciudades modernas no sólo están palpitando con los sonidos amplificados y reflejados del tráfico, sino también con él "mal aliento", como lo llama Schafer, de los edificios de altura.

De esta manera el internacionalismo en el diseño urbano no sólo resultó en una similitud visual, sino también aural: los mismos materiales, las mismas estructuras, los mismos sonidos. Una extensión acústica más bien siniestra de esta similitud es la llamada música funcional, la muzak, que puede oírse en muchas partes del mundo con el propósito expreso de incrementar la producción y el beneficio. La música funcional tuvo sus inicios con la Corporación Muzak en los EEUU a principios de los años treinta, en el momento en que la Bauhaus estaba siendo clausurada por el régimen nazi. Obtuvo reconocimiento durante la época de la guerra bajo el impulso de la industria armamentista para acelerar la producción. Es producida en masas y distribuida en masas. Absorbe, mezcla, disuelve varios estilos de música, músicas de diferentes culturas en un sonido uniforme de música de fondo reorquestada.

La intención original de la Bauhaus era resaltar la esencia del diseño industrial funcional como una especie de liberación de la batavola de ornamentación y tradición sobrecargada, pretendiendo revitalizar a través de ello el diseño urbano. Su internacionalismo en aquel momento se sintió como una liberación del provincianismo estrecho y las limitaciones del "lugar". La Corporación Muzak es la representación sonora de lo que sucede cuando la similitud funcional e internacional son llevadas a un extremo. Termina resaltando la blandura y falta de significado de la vida urbana eliminando la esencia de la vitalidad musical y cultural: los estilos particulares, las especificidades que caracterizan la música de un lugar o cultura. De hecho es una especie de eliminación acústica del lugar. Descontextualiza la conexión de la música con una cultura específica y produce un sonido "universal". A su trabajo de reorquestación lo llama "diseño acústico" y a su música de fondo "música ambiental muzak". Se ha convertido en el sonido internacional de los entornos comerciales.

Su sonido orquestal y curva de estímulo de 15 minutos se han convertido en el sinónimo de los entornos artificiales de edificios de vidrio, hormigón y acero. Una vez que uno entra a dichos edificios queda eliminado todo sentido de lugar. O, más bien, se elimina toda conexión con la realidad social, política y cultural fuera de sus paredes. A través del sonido del muzak y por teléfono, fax y correo electrónico uno puede conectarse sólo con otro edificio similar en cualquier parte del mundo, nunca con la calle inmediatamente afuera. Esta, por supuesto, nunca fue la intención de la Bauhaus.

Los estudios sobre el paisaje sonoro surgieron en un momento en el que la belleza no estaba radicada ya en el funcionalismo. Los múltiples efectos dañinos de la sociedad industrial y el pensamiento corporativo desviaron hacia el medio ambiente

natural la percepción de la gente de la belleza y cuidado. El ruido de la sociedad industrial ya no es atractivo como sonido del progreso. El diseño acústico en el contexto de los estudios sobre el paisaje sonoro se encuentra en oposición directa al llamado diseño acústico de la Corporación Muzak. Pretende trabajar desde la base de un medio ambiente de sonido transparente, no enmascarado, desde un lugar que pueda recibir nuevos sonidos en su espacio ya sea porque es silencioso o porque está vivo y es energizante y variado desde un punto de vista sonoro, es decir, que tiene espacio para nuevos sonidos. Los lugares naturales más silenciosos en el mundo y los paisajes sonoros más agitados de la selva pueden brindar indicios valiosos de dicho diseño acústico.

Cualquier tipo de diseño en el sentido de una Bauhaus actual debería adaptarse a una sociedad ambientalmente consciente y debería ser sensible a dichos problemas. De manera similar, en tanto compositores trabajando a partir de los estudios sobre el paisaje sonoro, no pueden compartir las aproximaciones de Schönberg y otros compositores del siglo veinte a la composición como lenguaje musical abstracto, sino que pretenden hablar con el lenguaje concreto del sonido medioambiental en el contexto de la ecología acústica y los problemas de nuestros entornos sonoros. Por lo tanto, tenemos una responsabilidad en el diseño de composiciones, pero también de entornos con un sentido de cuidado de los paisajes sonoros.

### **1.7 Identidad sonora urbana.**

Podemos abordar el problema de la identidad sonora de un lugar desde dos ópticas diferentes y complementarias. La primera refleja una mirada de orden patrimonial sobre un entorno. En ella albergamos los rasgos más explícitos de esta identidad. Los elementos que la constituyen son aquellos objetos sonoros característicos de un lugar que podemos distinguir y nombrar: el tañido de una campana, las sirenas de un puerto, un acento específico, etc. Estos sonidos pueden constituir en ocasiones un referente suficiente para reconocer ciertos entornos, ciertos tejidos urbanos, o incluso algunos lugares precisos. Nos encontramos aquí en el terreno de la identidad patrimonial, sea esta nacional, regional o local, donde ciertas señales sonoras pueden cumplir funciones monumentales o de memoria colectiva.

Pero en el contexto urbano actual, la globalización en curso tiende a uniformizar y estandarizar estas señales de identidad local. Existe sin embargo, otro conjunto de rasgos de identidad constituido por cuanto oímos de forma distraída, sin atención particular, pues forman un continuo, un fondo sonoro al que estamos plenamente habituados. Contrariamente a las señales de identidad anteriores, no marcan ningún acontecimiento, ni dividen la jornada; simplemente forman parte del tejido del lugar, modelado por los hábitos y usos locales. Este «fluir» sonoro nos habla del paso del tiempo en un espacio determinado. Es su ausencia más que su presencia, su silencio, lo que puede llamar nuestra atención. Presencia que es ineludible en el contexto urbano, pudiendo llegar a ser buscada y reconocida como importante por ciertos urbanistas.

Podríamos denominar identidad ordinaria a esta manifestación sonora de lo cotidiano. Los atributos que de ella hemos descrito anteriormente podrían llevarnos a concluir la banalidad de esta forma de identidad. Y sin embargo, su presencia describe de forma precisa y directa para el «oído habitante» las temporalidades características de un lugar. No se trata aquí de marcar un evento o un momento preciso de la jornada; este tiempo interrumpido, acentuado o quebrado, es más bien característico de

algunos elementos patrimoniales. El tiempo descrito en esta ocasión es el de la continuidad, el de la transición blanda entre las diferentes situaciones que se suceden progresivamente en un lugar.

Si la identidad patrimonial nos habla esencialmente de un tiempo que «fue», y que tal vez «es» aún, la identidad ordinaria es por naturaleza transversal en el tiempo: se apoya en la experiencia para interpretar lo presente y para deducir y comprender cuantas situaciones futuras lleguen a nuestros oídos. A través de la identidad patrimonial podemos caracterizar fielmente un contexto preciso, su espacio sonoro, sus hábitos y sus costumbres. La identidad ordinaria contiene sin embargo, un rasgo de desapego de su propio contexto que nos permite no limitarnos a la descripción del lugar, sino también ponerlo en relación con otros espacios y otros momentos. Pasamos así de la diferenciación de cada situación particular a la caracterización de configuraciones urbanas genéricas.

El continuo sonoro urbano que configura esta identidad ordinaria dista de ser homogéneo e invariable. Sus timbres y sus dinámicas evolucionan con el transcurso del día, pero también a lo largo de una semana o de las estaciones del año. Puede caracterizar un lugar, pero puede sobre todo describir una cierta configuración urbana. Nos encontramos pues, a una escala que no distingue tanto fenómenos locales, como analogías y divergencias entre diferentes disposiciones y prácticas espaciales, temporales y de usos.

La naturaleza de este fondo sonoro urbano dista de ser un sonido timbrado nítido. Pero no por ello podemos asimilarlo a un ruido blanco homogéneo. Este continuo sonoro tiene un color y una dinámica marcada por los diferentes usos de un lugar a lo largo del día. Estos rasgos dominantes del fondo sonoro destacan no tanto por su mayor intensidad como por una mayor variación de dicha intensidad. Nuestra atención será atraída, prioritariamente, por aquellos sonidos que mayor variación presenten. Otras frecuencias tienden sin embargo, a una gran estabilidad en función de las propiedades de difusión del espacio en el que nos encontramos; dichas sonoridades son con frecuencia difícilmente perceptibles por su homogeneidad, pero constituyen una información espacial que empleamos continuamente de forma más o menos consciente.

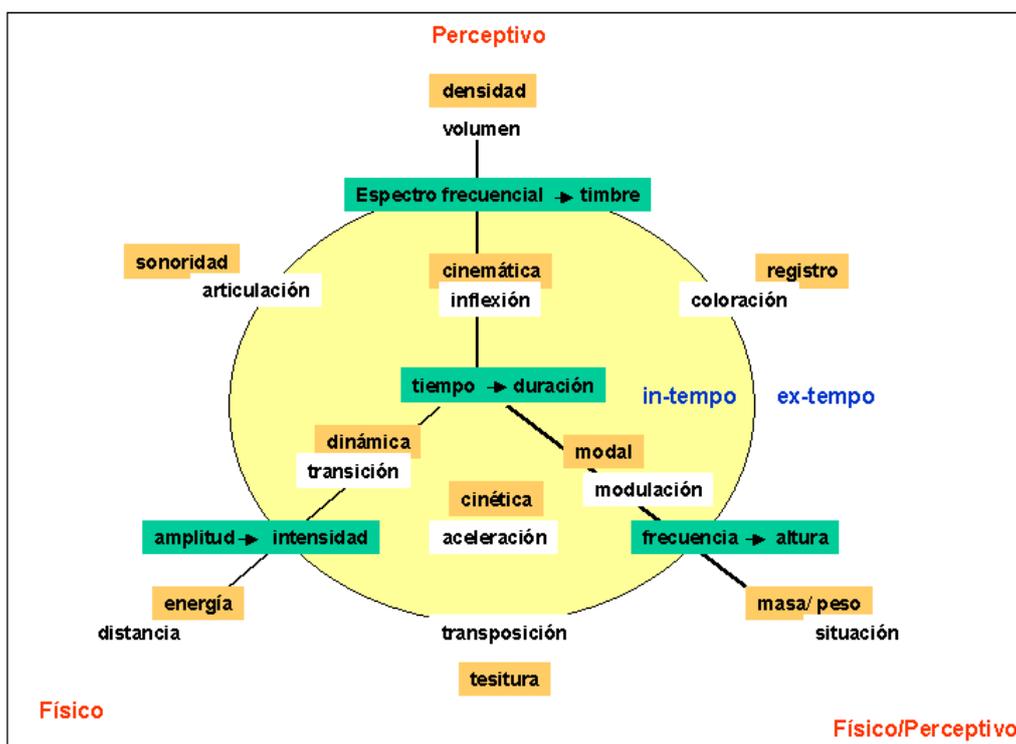
De este modo nace el concepto de variación, inherente y fundador de todo fenómeno sonoro, constituye la primera condición de percepción, precediendo toda descomposición que pueda realizarse en términos de intensidad, frecuencia, timbre o duración. El concepto de variación contiene una paradoja en sí mismo pues implica al tiempo estabilidad y cambio, permanencia en constante evolución. Nuestra memoria sonora, cultivada en la repetición irregular, imperfecta, de un mismo fenómeno, nos permite comprender lo diferente a través de lo ya conocido; si no hay un referente en el que podamos apoyarnos, difícilmente podrá haber comprensión de lo observado. Nuestra experiencia sonora se basa de este modo en un principio de repetición alterado donde toda interpretación surge de la vivencia de situaciones anteriores equivalentes.

Confrontados a configuraciones sonoras complejas como las urbanas, este concepto de variación nos permite modificar nuestra escucha frente a cuanto nos rodea. Intuitivamente, podríamos imaginar nuestro entorno como una pura conjunción aleatoria de infinidad de sonidos y ruidos. Sin embargo, al escucharlo desde el tamiz de la repetición y de la variación, podemos desvelar sus cualidades compositivas. Nuestro entorno sonoro se construye a partir de imbricaciones sutiles e hilvanadas en

las que la arbitrariedad juega un papel limitado. Esta observación acerca de la naturaleza del tejido sonoro urbano adquiere una mayor trascendencia a la hora de describir el fondo sonoro de nuestras ciudades.

Necesitamos practicar otro modo de escucha de nuestros entornos cotidianos, basado esta vez en un nuevo «oído musical». Si existe una disciplina capaz de abordar cuanto concierne a la memoria y al espacio sonoro, esta es la música, entendida en su sentido amplio. La materia sensible de la que partimos es la misma en ambos casos, en el terreno urbano con el fin de interpretarla, en el musical para moldearla. Desde este punto de vista, la música puede ser entendida como la expresión estética y ordenada de una experiencia sonora ordinaria anterior; la fuente primera de inspiración, sea esta cercana o muy lejana, está alimentada por los sonidos del entorno cotidiano. A este movimiento de inspiración corresponde, especularmente, otro de expiración en el que estos sonidos cotidianos pueden ser redescubiertos en función de sus cualidades compositivas. El concepto musical de variación puede de este modo ayudarnos a re-escuchar lo que hemos olvidado de nuestro propio entorno, «in-audio» para nuestra conciencia sonora, aún siendo nosotros mismos origen y parte integrante del fenómeno. Es un modo de escucha de nuestra propia interacción con el entorno, en el que tomamos conciencia de ser «constructores» activos de nuestro contexto en comunidad y no meros espectadores pasivos.

**Figura 6: Materia sonora.** Intrarelaciones e interrelaciones de los parámetros que configuran la materia sonora.



Fuente: [http://cvc.cervantes.es/artes/p\\_sonoros/](http://cvc.cervantes.es/artes/p_sonoros/)

Podemos de esta forma caracterizar el continuo sonoro urbano a través de la dialéctica permanencia / variación. Los modos en los que dicha paleta sonora varía (figura 6) son capaces de describir espacialmente y temporalmente un lugar. Este fenómeno de variación es intrínseco a la propia materia sonora en tanto que fenómeno de naturaleza temporal; variación, pues, que constituye el propio sonido, pero que

caracteriza igualmente cualquier otra «escala sonora»: desde una breve secuencia hasta una jornada completa o un periodo más amplio. Variación que responde a ciertos ritmos, tonalidades y secuencias que se reproducen indefinidamente alterando su apariencia, pero conservando siempre una misma esencia.

Pero el estudio de esta variación sonora difícilmente puede ser abordado globalmente y de forma unívoca. Los diferentes parámetros que configuran la materia sonora, intensidad, altura, timbre y duración, no son, por lo general, percibidos por separado, siendo nuestra experiencia sonora el resultado de la interacción de todos ellos. Habitualmente percibimos un sonido y no un timbre o una intensidad. Esta univocidad del sonido, totalmente oportuna en el estudio de señales simples o en situación de escucha atenta, comienza a perder su consistencia cuando de lo que nos ocupamos es de entornos sonoros complejos, «oídos» por lo general de forma banal, distraída. Esto es especialmente marcado cuando confrontamos un contexto urbano a fondos sonoros relativamente homogéneos y estables.

En este continuo sonoro, nuestra escucha tiende a perderse o a variar más a menudo su registro de atención, lo que difícilmente ocurre frente a sonidos emergentes que destaquen claramente. El objeto sonoro emergente cautiva la atención del espectador, exigiendo en primer lugar una interpretación en términos de significado. En el continuo sonoro cotidiano, esta imposición semiótica puede dejar paso a otras sensibilidades en las que la propia materia sonora cobra importancia por sí misma. Esto es posible en gran medida gracias a que el significado ha sido aprendido y aprehendido previamente. Somos capaces de interpretar hasta las mínimas inflexiones de nuestros entornos sonoros habituales. De la misma forma que distinguimos un paso o el sonido de una puerta en nuestro ámbito doméstico, también podemos «leer» el sonido de cuanto nos rodea en el espacio público.

El punto extremo de esta situación tiene lugar cuando calificamos de «ruido» lo percibido, negándole así toda capacidad de significado más allá del desagrado; incluso en este caso, a pesar de esta negación, los sonidos que lo componen siguen informándonos sobre cuanto nos rodea. Pero sin llegar a este extremo, diferentes situaciones intermedias nos describen modos de escucha «flotante» en el que ciertas sonoridades, timbres, tonalidades, destacan y quedan suspendidas en nuestra percepción.

#### ➤ **Noción de identidad sonora.**

Diversos trabajos han mostrado cómo las formas urbanas modelan el sonido e inciden en la percepción sonora, afectando ambas dimensiones a la identidad y al carácter del espacio urbano. Se parte de la consideración, de que existe una construcción organizada en la experiencia individual del lugar a través de la experiencia sonora que da lugar a una riqueza y variedad de situaciones sonoras y a espacios sonoros particulares, los cuales son recogidos y analizados como: sonidos emblemáticos de cada ciudad, situaciones sonoras representativas, conexiones entre lugares a nivel de la experiencia sonora individual y colectiva, etc.

Centrándonos en el análisis urbano, cada ciudad posee unas situaciones sonoras representativas en la percepción del ciudadano determinando una manera de vivir la ciudad. Con este planteamiento se considera que, la ciudad no es sólo ruido sino que en cualquier espacio urbano podemos encontrar lugares con un clima sonoro agradable, apreciado por la población.

Las actividades de los administradores, técnicos y responsables del medio ambiente sonoro suelen basar la lucha contra el ruido en planteamientos defensivos convencionales, considerándolo como un mero factor físico de degradación del medio urbano. Sin embargo, los nuevos enfoques en las investigaciones sobre el medio ambiente sonoro, realizadas a partir de los años 70, han desarrollado los métodos de evaluación del medio ambiente sonoro, del estudio de las molestias que produce el ruido en las poblaciones y de los medios de control del mismo, haciendo evolucionar los planteamientos centrados, principalmente, en diagnósticos a partir de variables físicas hacia aproximaciones pluridisciplinares en las que las variables físicas son contempladas desde la perspectiva de las variables subjetivas ligadas a la percepción e interpretación por parte de los sujetos. Con ello el campo de conocimiento, que se ocupa del estudio del medio sonoro, se ha ido ampliando variando de la noción de ruido y molestia hacia conceptos como el de control y el de calidad sonora.

En efecto, el sonido, además de ser un factor físico del medio, puede tener cualidades, por lo que en la lucha contra el ruido es necesario, junto a la utilización de las medidas clásicas, describir, estudiar y reforzar estas cualidades, recurriendo a aproximaciones interdisciplinares en las que se enfrenten conocimientos y procesos de diferente naturaleza. Lo anterior permitiría desarrollar nuevas estrategias de gestión del medio ambiente sonoro pasando de actitudes defensivas a actitudes ofensivas. El problema de la calidad sonora urbana debe afrontar, por lo tanto, un conflicto doble: por un lado las actitudes de lucha contra el ruido de los responsables urbanos con planteamientos defensivos poco innovadores, más preocupados por soluciones fáciles y convencionales, y por otro lado los trabajos de investigación sobre las prácticas y representaciones del medio ambiente sonoro, que generalmente permanecen en un mero plano teórico y no suelen dar lugar a soluciones aplicadas.

El sonido puede cumplir diferentes funciones informativas, estéticas, emocionales. Una de ellas es la de contribuir a determinar la identidad de un objeto, producto, lugar, incluso ciudad. El sonido de un motor o del cierre de una puerta de un coche, la sonoridad de un edificio o los emblemas sonoros de una ciudad pueden contribuir de manera determinante a la percepción, valoración y, por tanto, a la identidad de dichos objetos o lugares, constituyendo lo que denominamos identidad sonora.

Con relación al ambiente urbano, diversos autores interesados por el análisis de la calidad sonora han mostrado el papel determinante del sonido en la representación mental del espacio, ya que contribuye de manera decisiva a la lectura, organización e interpretación del mismo (Amphoux, P., 1991; López Barrios, I. y Carles J.L., 1996). Asimismo, algunos autores han mostrado como entre el espacio y las vidas de las personas se desarrollan unos significados personales estableciéndose conexiones múltiples, no sólo físicas sino también sociales, culturales, económicas, etc.

Estos significados e interpretaciones del espacio urbano están en la base de lo que podíamos denominar la identidad sonora de un lugar, es decir, aquello que define la unión de los habitantes con los sonidos de los espacios urbanos (Amphoux, P., 1991; Balay, O. y col., 1997).

En la búsqueda de nuevas variables que expliquen las reacciones ante el medio ambiente sonoro, la noción de identidad sonora surge de un planteamiento nuevo en relación con los problemas del medio ambiente sonoro urbano. El concepto de identidad sonora trata por tanto de definir el conjunto de características comunes a

un lugar partiendo de una hipótesis inicial: la de que los espacios urbanos, las plazas, calles, rincones y patios de las ciudades son espacios vivos, sensibles, representativos. Esta identidad es la que hace que podamos reconocer e identificar una ciudad a través del sonido diferenciándola de otras.

El concepto de identidad sonora constituye un horizonte en principio inalcanzable, "jamás podrá pretenderse delimitar la identidad de algo", la ciudad en su diversidad produce ambientes sonoros diferenciados: el mercado, la plaza, el parque, el barrio, etc. Cada uno de estos ambientes determina una serie de sonidos, momentos, situaciones o espacios que, en la medida en que son propios de una ciudad, le confieren una cierta identidad. (Amphoux, P., 1991).

De la revisión de los trabajos realizados por Amphoux, P. (1991) y Balay, O. (1997) en relación a la identidad sonora de ciudades suizas y francesas podemos establecer una aproximación al concepto de identidad sonora el cual de modo general podemos definir como el conjunto de características sonoras comunes a un lugar, un barrio o una ciudad, es decir, el conjunto de sonidos que hace que la ciudad produzca un sentimiento de permanecer idéntica a si misma, el conjunto de sonidos que permiten reconocerla, identificarla y, por consiguiente, diferenciarla de otra ciudad; en definitiva se trata del conjunto de sonidos ordinarios reproducidos en la vida cotidiana con los que el habitante se identifica.

La identidad sonora de una ciudad depende por tanto de innumerables apreciaciones individuales, la mayoría de las veces ocultas en una memoria profunda e inconsciente.

#### 1.8 Identidad sonora de las ciudades españolas.

Carles J.L., 1999, ha analizado el sonido desde una perspectiva integral, es decir, teniendo en cuenta no solo el polo ruido – molestia, sino también, el otro polo del continuo, sonido – sentimientos de bienestar, y ha comprobado como el sonido puede contribuir al enriquecimiento y sentido de los diferentes lugares en los que el hombre desarrolla su vida.

La identidad sonora de una ciudad depende por tanto de innumerables apreciaciones individuales, la mayoría de las veces ocultas en una memoria profunda e inconsciente. A partir de esto se desarrolló una investigación dirigida al análisis de diversas ciudades españolas (Madrid, Valencia, Sevilla y Zaragoza) tratando de conocer cómo los individuos definen y se identifican con los espacios sonoros urbanos.

Desde un punto de vista general, el proceso debe responder a tres cuestiones (teórica, metodológica y práctica), distinguiendo tres etapas de trabajo en esta búsqueda de la identidad sonora de una ciudad, con lo que se trata de seleccionar un número limitado de situaciones sonoras modelos que puedan considerarse representativas de la identidad sonora de cada ciudad.

Partiendo de la memoria y experiencia sonora de los sujetos en relación al ambiente sonoro de sus ciudades, se comprueba la existencia de situaciones sonoras representativas de la identidad de los espacios públicos, lugares cuya identidad sonora concierne a los habitantes y usuarios de cada ciudad. Se han determinado en este sentido diferentes espacios públicos interiores y exteriores, utilizados por el público (plazas, calles, patios, rincones, parques, mercados, etc.) en los que se comprueba la

existencia de sonidos, ambientes y situaciones cuya identidad sonora es percibida por el habitante o el paseante ocasional afectándole por diversas razones, ya sea porque expresan la forma de vivir de un barrio o de una ciudad o porque constituyen situaciones sonoras sensibles.

➤ **Firmas y emblemas sonoros.**

Numerosos lugares urbanos ofrecen al ciudadano ambientes sonoros emblemáticos, fácilmente identificables merced a una escucha orientada en el espacio con la presencia de firmas sonoras características (tráfico, sirenas, campanas, fuentes, pájaros, paso de vehículos, trenes, ruidos de obras, etc.). Las características sonoras que personalizan estos espacios están determinadas por el fácil reconocimiento de los sonidos por parte de los habitantes de la ciudad, y destacan el papel que cumplen en la orientación y ubicación de los habitantes, ya que permiten percibir a través del sonido la singularidad de los fenómenos urbanos: presencia de ejes de circulación, características del espacio en que se mueven (zona o período de obras, zona comercial, zona de carga y descarga, etc.), los ritmos diarios y estacionales o la existencia de firmas sonoras particulares (campanas, pájaros, fuentes, etc.).

Las "señales sonoras" constituyen por tanto un rasgo importante en el espacio sonoro de la ciudad. Algunas se valoran de forma muy positiva como es el caso de las campanas y de las pequeñas fuentes, percibidas en mayor medida en las ciudades de menor tamaño. El sonido de las pequeñas fuentes constituye un sonido claramente apreciado por la población. En general, el sonido del agua (pequeñas fuentes, lluvia, riego, etc.), posee un fuerte atractivo, aunque la valoración es menor cuando se trata de grandes fuentes, que mueven un gran caudal de agua. A este tipo de fuentes, aunque se les reconoce un valor ornamental, se les otorga un escaso valor desde el punto de vista sonoro, asociándolas con ruido.

Otras señales poseen un carácter marcadamente negativo, como es el caso de las señales de alarma, especialmente las sirenas de las ambulancias las cuales se valoran, aludiendo a su intensidad, como uno de los sonidos más agresivos.

➤ **Plazas, plazuelas, rincones y espacios protegidos.**

El comportamiento acústico de determinados espacios en los que la lejanía del tráfico, la existencia de una reverberación media, y la presencia de algunos elementos naturales (pájaros, árboles) constituye un elemento de atracción y de referencia sonora en algunos espacios, especialmente de los cascos históricos, de nuestras ciudades.

La calidad acústica de este tipo de espacios viene determinada, además del tipo de sonido, por las características del diseño espacial en el que la voz queda claramente resaltada. Es decir, la existencia de formas espaciales definidas por calles estrechas e irregulares, generalmente peatonales, con casas de pequeña altura, creando patios, plazas y pequeños espacios semicerrados protegidos de la circulación, con presencia de materiales reflectantes como la piedra o el cemento, junto con elementos naturales absorbentes como el arbolado, crean un clima sonoro tranquilo relativamente protegido, propicio para actividades de ocio, encuentros sociales, conversaciones, etc. En algunos casos la presencia de sonidos naturales configura un ambiente sonoro con un intenso significado expresivo.

Las reacciones de defensa y huida que determina el ambiente sonoro de las zonas más ruidosas de la ciudad, son remplazadas en estos contextos por sentimientos de familiaridad y complacencia, simbolizando situaciones de calma.

➤ **Espacios de paso, zonas peatonales.**

En las zonas peatonales emergen los sonidos públicos (sociales, mecánicos, naturales). En estos lugares, que recogen una gran actividad social y comercial (pequeños comercios, mercados, restaurantes, etc.), la atmósfera sonora permite escuchar manifestaciones sonoras variadas y contrastadas, resultando positivamente valorado por los sujetos: ritmos cotidianos, presencia colectiva de los habitantes y usuarios a través de pasos y voces. Las fuentes sonoras son claramente reconocidas así como su proveniencia en el espacio. La orientación sonora es por tanto fácil al no producirse enmascaramientos por un tráfico intenso, dándose en la percepción de los sujetos una clara delimitación del espacio.

Las pequeñas calles en las ciudades estudiadas, a pesar de poseer un carácter sonoro muy variado, tienen un estilo común, estando conformado por pequeños acontecimientos en continua renovación y claramente percibidos. El nivel de ruido de este tipo de espacios se sitúa en un nivel medio o medio alto, sin embargo, su escucha es juzgada de manera positiva, de manera muy diferente al zumbido continuo del tráfico de las grandes avenidas. Esto se debe en gran medida al carácter informativo de estos sonidos con relación al espacio en el que son percibidos, que los convierte en señales y signos del ambiente.

➤ **Espacios verdes urbanos.**

Con características acústicas de campo libre se trata de espacios abiertos, ajardinados y por tanto caracterizados por la presencia de sonidos naturales (pájaros, viento, árboles, etc.), sonidos humanos, acompañados en mayor o menor medida del ruido de fondo de tráfico proveniente de calles próximas a estos espacios. En todas las ciudades este ambiente sonoro aporta una calidad simbólica de campo o naturaleza y crean un sentimiento de un espacio en el que se entra.

En general estos espacios se caracterizan por su tranquilidad y adquieren en mayor medida su calidad de naturaleza. Su ambiente sonoro se asocia a la calma y tranquilidad y se percibe como un ambiente sonoro que se opone al ruido urbano que rodea normalmente estos espacios.

El contexto sonoro de los parques y jardines resulta uno de los más apreciados y representativos de todas las ciudades lo que pone de manifiesto su importante papel en relación a la configuración de la identidad sonora. En todas las ciudades este ambiente sonoro aporta una calidad simbólica de campo o naturaleza. Con características acústicas de campo libre, su ambiente sonoro se asocia a la calma y tranquilidad y se percibe como un ambiente sonoro que se opone al ruido urbano que rodea, normalmente, estos espacios.

➤ **Calles y avenidas.**

Las grandes calles, las avenidas, las plazas, arterias y grandes nudos de confluencia de las ciudades suelen configurar espacios en los que domina una fuente de ruido, el tráfico, el cual invade el espacio impidiendo que otros sonidos (humanos, naturales, sociales, etc.) puedan escucharse ante este ruido de fondo permanente.

En la percepción de los habitantes, usuarios de estos espacios, el territorio se estructura esencialmente por la continuidad del ruido, percibiéndose como líneas o muros sonoros (debido al volumen, intensidad y densidad sonora en relación al espacio) que separan o dividen el territorio en toda su longitud, constituyendo ambos lados de estas avenidas, espacios sonoros autónomos. En estos contextos las vivencias se organizan de espaldas a este espacio de ruido, caracterizándose por reacciones de defensa que se manifiestan bien sea por la huida: (espacios en donde nadie se detiene más allá de lo indispensable) o por la protección ante el ruido (cerrando las ventanas y refugiándose en las dependencias de la casa más alejadas de este eje de ruido). Son, por tanto, lugares de transición dada la tendencia a huir de ellos o a utilizarlos de manera muy funcional, quedando reducido su uso a desplazamientos obligados dentro de los mismos. La manera en la que el ciudadano experimenta la vivencia cotidiana de estos espacios no se corresponde con una representación puramente visual sino que, por el contrario, resulta una vivencia marcada, esencialmente, por el ambiente sonoro.

➤ **Lugares sensibles.**

Generalmente, se trata de lugares de encuentro con momentos de gran actividad humana, social o comercial (bares, mercados, lugares festivos, de descanso o de ocio, etc.). En estos lugares pueden percibirse múltiples sonidos aunque ninguno se impone sobre los demás sino que aparecen y desaparecen con gran rapidez, creando un paisaje sonoro vivo y animado, proporcionando, a un espacio determinado, animación, atractivo y posibilidades de mantener la atención del escucha. Se trata de espacios con una sonoridad particular en los que, aunque en algunos casos (especialmente en bares y mercados) se han medido niveles superiores a 70 dBA, ello no significa una situación de molestia para las personas allí presentes. La presencia de la voz humana proporciona un fuerte potencial de conexión sonora. Además, los sonidos próximos (voces, en el mercado, conversaciones, etc.) y los sonidos lejanos (tráfico, campanas, etc.) provenientes de fuera son bien percibidos creando un ambiente sonoro rico y diverso.

➤ **La trasgresión de la norma.**

El ambiente de interacción social existente en algunos espacios urbanos españoles, positivamente valorado por su carácter lúdico, de ocio, mediterráneo, etc. puede adquirir en determinadas situaciones una vertiente negativa, la de las molestias nocturnas, la inseguridad y la degradación. Se trata de situaciones como la "movida" nocturna o los ruidos excesivos de las motos consideradas como molestas, resaltándose la permisividad social en relación a las mismas. Estas situaciones provocan un gran rechazo en las poblaciones vecinas a estos lugares de ocio, ya que provocan fuertes molestias, especialmente en el periodo nocturno, y conflictos intensos con los vecinos. Los ruidos de ocio nocturno y las motos sin silenciador constituyen un problema que se da en numerosas ciudades españolas: el de la trasgresión del límite entre lo privado y lo público, de la invasión del territorio privado por el ruido. La presencia intensa de actividades de ocio urbano de fin de semana en las aceras y calles de las ciudades españolas hace que estos ambientes sean percibidos por los habitantes como un territorio invadido. Quizás en parte debido al clima favorable, pero también debido a cuestiones de control urbanístico del ruido de las actividades de ocio, éste no permanece en el interior de locales sino que escapan a las calles, generalmente estrechas y rodeadas de viviendas por lo que el ruido que provocan los grupos juveniles (voces, motos, música que sale de coches y de locales, etc.) tiene unas connotaciones fuertemente negativas sobre los vecinos, al afectar

especialmente al período nocturno. La voz humana, elemento positivo en otros contextos, en este caso puede convertirse en un elemento negativo

➤ **Sonidos y lugares urbanos representativos.**

Son diversos los tipos de lugares representativos en las ciudades estudiadas que focalizan de manera general los comentarios de las personas encuestadas. A grandes rasgos pueden agruparse en, por un lado, los espacios dominados por el tráfico (grandes plazas y avenidas) y, por otro lado, los espacios dominados por la voz, altamente representativos de las cuatro ciudades estudiadas y de las ciudades españolas en general.

Puede encontrarse en cada ciudad una serie de ambientes sonoros emblemáticos reconocidos por los propios habitantes. Por ejemplo en Sevilla, se destaca la importante presencia de señales identificadoras de la cultura local en la que podemos encontrar señales sonoras como el agua de las fuentes, las campanas, el sonido de los cascos de los caballos, la guitarra, y sonidos festivos como los de la Semana Santa o la Feria de Abril, los cuales, seleccionados con el paso del tiempo, restituyen una memoria de la ciudad, imprimiendo fuerza y carácter al paisaje sonoro. El sonido de las pequeñas fuentes en el barrio de Santa Cruz, adquiere en Sevilla un valor arquitectónico emblemático al ser parte de una herencia cultural, la del período Islámico en Andalucía. El sonido de las campanas constituye asimismo una señal sonora importante especialmente apreciada realizando el contexto que rodea Iglesias y Conventos.

Un elemento emblemático común a las diferentes ciudades estudiadas es el de la situación festiva en la que un barrio, incluso una ciudad entera, está destinado a un uso festivo de gran tradición. Los fenómenos sonoros intervienen de manera clara en la organización de las vivencias festivas y en la determinación de la identidad sonora urbana.

➤ **Señales sonoras del pasado.**

La escucha de determinados ambientes sonoros motiva la evocación de situaciones representativas del ambiente sonoro del pasado de sus ciudades. Entre estos sonidos pueden señalarse:

- ❖ el sonido de los tranvías, "el ¡clin, clin! de la campanilla era un sonido con gracia".
- ❖ las campanas de los antiguos coches de bomberos, "...antes los bomberos además de la sirena y el claxon tocaban una campana y era muy típico".
- ❖ el sonido de los carros de mano de alquiler y de los helados sonando en el empedrado, "...era un sonido que lo diferenciabas porque bajaban por la calle a todo cisco, luego los carros del helado por todo Madrid que los cargaban en Alberto Aguilera y los encerraban en San Vicente".
- ❖ el sonido de la ruleta del barquillero y el crujir de los barquillos.
- ❖ el sonido de los niños jugando en la calle, "Añoro el sonido de los chavales jugando en la calle, jugábamos al tacón, a las canicas, a la pelota...".
- ❖ los múltiples pregones y voceos de los vendedores ambulantes.
- ❖ el sonido de las campanas.

Aunque en Sevilla y Valencia el sonido de las campanas forma parte del paisaje sonoro de sus barrios céntricos, la evocación de este sonido en una ciudad de

gran tamaño como Madrid, siempre positiva, responde más a la memoria del pasado que a la realidad actual porque como reconoce alguno de los entrevistados: "El Madrid de las campanas desapareció hace bastante tiempo porque ahora se oyen bastante poco". Por tanto, el valor conferido a este sonido se basa en su capacidad de restituir la memoria sonora de la ciudad, imprimiendo fuerza y carácter al paisaje sonoro en el que se integran.

La evocación de estos sonidos, que basan su valor simbólico en la referencia al pasado y en su relación con la historia de la ciudad, traen a la mente la imagen de una ciudad tranquila recordada con añoranza "...la tranquilidad y la paz que había entonces ahora no las encuentro".

Por lo tanto, el análisis del medio ambiente sonoro debe integrar diferentes dimensiones. Junto a las variables acústicas deben incorporarse nuevas dimensiones, fundamentalmente la dimensión espacial (organización y diseño del espacio), la dimensión social (reglas sociales y modos de vida) y la dimensión cultural (criterios estéticos, culturales, etc.).

A los criterios de la acústica tradicional deben unirse otros tipos de criterios, de tipo cualitativo. El concepto de Ecología Acústica parte de la idea de que el ambiente sonoro es algo más que ruido y puede tener otras connotaciones además de la de molestia. De hecho, el sonido es un factor importante de información y comunicación con el medio dado que proporciona un contacto físico y dinámico con el mismo, pudiendo contribuir de manera significativa al enriquecimiento y a un mejor conocimiento de los diferentes espacios que nos rodean.

## **1.9 Estudios de paisaje sonoro en Uruguay.**

El Profesor Daniel Maggiolo y un grupo de investigadores, llevaron a cabo el proyecto Paisaje Sonoro Uruguayo (2000 – 2004), para lo cual realizaron registros de paisajes sonoros de Montevideo y de otros lugares del país, lo que correspondió a un primer intento sistemático por documentar el paisaje sonoro uruguayo.

El objetivo principal del proyecto fue investigar el paisaje sonoro uruguayo y sus contenidos de información. El paisaje sonoro es característico de la comunidad que lo genera, a la vez que la condiciona. Se trata de un fenómeno dinámico, sumamente sensible a las variaciones temporales o espaciales. Se transforma en la misma medida en que se transforma la comunidad a la cual está asociado.

El proyecto partió de la base de que el ser humano mantiene una relación dialéctica, a la vez funcional y estética con la realidad en la que está inmerso. Desde un punto de vista funcional, el paisaje sonoro contiene un caudal de información que está siendo desaprovechado por el ser humano. La predominancia de lo visual en nuestra cultura es tal, que cada vez retraemos más nuestro intercambio con el mundo exterior a través del sistema auditivo. Esto se traduce en un deterioro general de la capacidad de audición del individuo. Un mayor aprovechamiento de la información sonora presente en la realidad podría resultar en una mejora de la calidad de vida para los seres humanos.

Por otra parte, desde el punto de vista estético, el individuo también juzgará el entorno sonoro en el que está inmerso según éste le resulte agradable o no. El desarrollo desordenado y no planificado del paisaje sonoro, con la consecuente contaminación acústica, hace que cada vez más personas rechacen el entorno sonoro

en el que habitan, buscando incluso mecanismos para aislarse de él. La planificación y diseño del paisaje sonoro puede contribuir a que el mismo se desarrolle de manera estéticamente agradable y acorde con las necesidades del ser humano.

Dentro de este contexto general, el proyecto impulsó dos líneas de trabajo paralelas y complementarias: una línea de investigación del paisaje sonoro y otra línea de creación artística con paisajes sonoros.

La línea de investigación del paisaje sonoro en Uruguay tuvo tres componentes básicas, éstos son:

- **Documentación:** el proyecto pretendía generar un archivo con paisajes sonoros característicos de distintos lugares de Uruguay, comenzando por la ciudad de Montevideo. La conservación de estos registros fonográficos contribuirá a preservar una de las componentes de la identidad cultural de pueblo, permitiendo a generaciones futuras la posibilidad de conocer y estudiar también ese aspecto, característico de ese momento histórico y de esa comunidad.
- **Análisis:** es la consecuencia inmediata de la documentación. El análisis pretende descubrir las características principales del paisaje sonoro uruguayo, sus contenidos de información, con el objetivo de extraer conclusiones que puedan marcar caminos, pautas o recomendaciones en la labor de diseño acústico, concepto que aún no tenía mayor consolidación en Uruguay.
- **Educación:** la predominancia de lo visual en nuestro intercambio con el mundo exterior tiene por consecuencia un deterioro cada vez mayor, no sólo de los hábitos, sino también de la capacidad de audición del ser humano. Más aún, podríamos afirmar que el individuo desarrolla hábitos auditivos perjudiciales.

Uno de los mecanismos claves para revertir este proceso es la educación. Una tarea nada fácil si se tiene en cuenta que se debería comenzar por desarticular los mencionados hábitos perjudiciales, antes de formar y desarrollar nuevas capacidades auditivas en el individuo. En tal sentido, es conveniente y recomendable que la educación de hábitos auditivos apropiados en el individuo comience a la menor edad posible.

Los resultados logrados son:

- Registros de paisajes sonoros de Montevideo y de otros lugares del país, en lo que se entiende es el primer intento sistemático por documentar el paisaje sonoro uruguayo.
- Diseño de una base de datos, compatible con las que utilizan las bibliotecas de la Universidad de la República, de los paisajes sonoros registrados. El objetivo es que en un futuro pueda colocarse la misma en la red.
- Obtención de documentación sonora de proyectos similares en el mundo.
- Recopilación de un conjunto significativo de la literatura, ya sea escrita o en formato digital, que existe sobre el tema.
- Desarrollado metodologías de educación de la audición, principalmente a partir de las técnicas del paseo sonoro y la audición descontextualizada.
- Análisis de las diferencias metodológicas en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente de manera individual y de manera colectiva.

- Desarrollado ejercicios para la "limpieza de oídos" y desarrollo de la audición, a partir del análisis y la aplicación de los formulados por R. Murray Schaffer.

### **1.10 Paisaje sonoro en Brasilia.**

Brasilia no tiene ni siquiera 50 años. La parte en el mapa que se parece a un pájaro, o más bien a un avión, es el llamado Plano Piloto (plan piloto). El plan maestro para el Plano Piloto fue diseñado por Lucio Costa. Oscar Niemeyer fue el arquitecto que diseñó la mayoría de los edificios y Burle Marx fue el arquitecto paisajista. El Plano Piloto, en el año 1987, fue declarado un sitio de patrimonio por la UNESCO y toda modificación en él debe pasar por un riguroso proceso de revisión. Brasilia se extiende más allá de esas fronteras y de que las ciudades satélite que crecieron alrededor de su periferia en los últimos 30 años son el resultado directo del plan maestro. Hablando genéricamente, se puede decir que cualquiera o cualquier cosa que no encaje dentro del plan maestro es acomodada en esas ciudades.

El cuerpo del avión está compuesto por el Eje Monumental a lo largo del cual encontramos de este a oeste la mayor parte de las instituciones gubernamentales, la catedral, el hospital, sectores comerciales, de hotelería y bancos, la torre de televisión, el mausoleo de Kubitschek, el sector militar y la estación de buses y de trenes que conectan con el resto del país. Las alas del avión, llamadas Ala Sur y Ala Norte, están compuestas por el Eje de la Autopista Residencial que se extiende de norte a sur. Allí vive la mayor parte de la gente, en edificios de apartamentos de tres a seis pisos. Los dos ejes se juntan en la rodoviaria, la estación central de buses. Este es el centro del Plano Piloto, la "plaza del mercado", donde la fuerza laboral arriba, y parte cada día de y hacia las ciudades satélites.

Por un lado, es muy difícil escapar al sonido del tráfico dentro del Plano Piloto, pero por otro lado uno no tiene que viajar muy lejos para dejarlo atrás y acceder a un paisaje sonoro muy silencioso y natural.

Pero el visitante, y quizás los residentes de Brasilia no estén totalmente conscientes de ello, ya que no escuchan otra cosa que el tráfico desde la habitación de su hotel. Todos los hoteles están situados en los dos sectores de hoteles y éstos están rodeados por amplias arterias de tráfico, así como por calles muy estrechas, lo que hace que, no haya una sola habitación de hotel en toda la ciudad que esté libre de ese ruido. Más tarde en la noche, cuando el tráfico disminuye un poco, otra capa sonora emerge: el ruido del sistema de aire acondicionado de cada hotel.

El tráfico y el aire acondicionado funcionan como paredes sonoras, creando una barrera a la audición de distancia y silencio. La distribución general de las arterias de tráfico fue diseñada alrededor del suave flujo del tránsito, pero poco parece haberse hecho para proteger a los residentes de su ruido. La pregunta obvia es, entonces, si en el gran esquema de diseño del Plano Piloto existió alguna idea sobre diseño acústico.

Así como el Eje Monumental y el Eje de la Autopista Residencial conectan a la gente entre uno y otro sector o entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo, desde un punto de vista acústico conforman dos enormes barreras sonoras que dividen la ciudad. Las dimensiones del espacio acústico que ocupa el tráfico en dichas arterias son mucho más extensas que sus dimensiones geográficas. El ruido del tráfico viaja a través de los grandes espacios verdes hacia las habitaciones de los hoteles, oficinas,

iglesias, incluso escuelas y muchas de las áreas residenciales. Los ojos pueden mirar a lo lejos, pero el oído no puede oír más allá de la inmediatez acústica del motor de los automóviles. El Eje Monumental podrá ofrecer muchas oportunidades para sacar fotos, pero las grabaciones realizadas en los mismos lugares van a ofrecer muy poca variación del incesante ruido del tráfico. De manera similar, dentro del auto el conductor está separado del paisaje sonoro exterior. De hecho, el parabrisas funciona como una pantalla de cine y el motor y la radio del auto como la banda sonora que lo acompaña. Como todo se ve muy abierto, uno tiene la ilusión de espacio. Sin embargo, acústicamente uno está encerrado.

De lo anterior se deduce que, Brasilia tiene exactamente lo mismo que tienen otras ciudades no diseñadas tan conscientemente: muchísimo ruido de tráfico. Mientras tanto, en el lago cercano uno puede encontrar un silencio sereno. Es obvio ahora que Brasilia es un lugar de paisajes sonoros altamente contrastantes: ruido de tráfico y sonidos naturales. Muy poco hay entremedio. Los contextos sociales humanos, como cafés o restaurantes, aparecen en pequeños racimos aislados, desparramados por toda la ciudad, y sólo pueden conectarse en auto. Falta mayormente lo que define acústicamente a una comunidad: la calle regular, estrechas avenidas, pequeñas plazas, viejos árboles que den sombra, plazas de mercado, cafés de vecindario, aquellas esquinas ocultas que se desarrollan con el tiempo a medida que una ciudad va envejeciendo. Es en estos lugares más íntimos que la comunidad se desarrolla, donde en primer lugar se da la cultura, donde las personas están protegidas en su interacción social del ruido mayor de una ciudad y pueden crear pequeñas islas de comunicación no perturbada, una especie de voz interior o voz aldeana de la cultura urbana y la vida social.

Las áreas residenciales, parecen funcionar un poco como pequeñas comunidades con sus propias características acústicas. En muchas de ellas el ruido del tráfico se encuentra a una distancia saludable y el sonido de primer plano de las voces de las personas, pájaros, grillos, cigarras son placenteros y variados. Se dice, aunque no hay ninguna referencia escrita, que la altura de los edificios de apartamentos (seis pisos) fue determinada parcialmente por razones acústicas: la comunicación entre padres e hijos es posible hasta el sexto piso, pero no más arriba. De esa manera, idealmente, si alguno de los padres no está escuchando la radio o la televisión o usando la aspiradora, se puede oír al niño llamando desde el exterior hasta el sexto piso y viceversa.

No obstante, las áreas residenciales son vulnerables a las invasiones sonoras externas. Las escuelas atraen el tráfico de automóviles y, según los residentes, mucho sonar de bocinas, cuando los padres vienen a recoger a sus hijos al mediodía y al finalizar el día escolar. La legislación reciente contra el ruido (1994) trata de proteger a los residentes de algunas intrusiones sonoras, estableciendo lineamientos estrictos para bares, restaurantes, clubes nocturnos, etc., en lo referente al aislamiento acústico interior y niveles de ruido en el exterior. En las áreas residenciales no se deberán exceder los 45 dB después de las 10 de la noche. Sin embargo, algunos de esos restaurantes están muy cerca de los edificios de apartamentos y esto originó que algunos establecimientos fueron cerrados como resultado de quejas por ruido. Sin embargo, hay áreas residenciales que están construidas cerca de calles en las cuales no hay legislación capaz de protegerlas contra el ruido del tráfico, a menos que se cierren las calles al tráfico.

Otro tipo de sonido que define acústicamente una comunidad falta ampliamente en Brasilia: toda comunidad tiende a tener sus propias señales o rasgos sonoros que

dan voz a los sistemas de creencias, actividades y patrones de actividad de la comunidad y que brindan a los residentes, a menudo de manera inconsciente, un sentido de lugar. Visualmente el paisaje urbano de Brasilia está lleno de hitos arquitectónicos, brindando una forma monumental al plan maestro, pero el paisaje sonoro no está definido por ningún rasgo sonoro significativo. De hecho, la ciudad recibe al recién llegado con ninguna otra cosa que no sean las alarmas de autos, haciendo por lo tanto que sus oídos no estén curiosos acerca de su vida comunitaria. Por ejemplo, la catedral y otras iglesias pequeñas tienen campanas, pero no son prominentes en el paisaje sonoro ni parecen serlo en la conciencia de la gente. Entonces, si Brasilia no es una ciudad de señales prominentes ni de lugares comunitarios íntimos, ¿cuáles son las cualidades acústicas que brindan a esta ciudad su carácter y a sus residentes un sentido de lugar?, ¿Cuál es su identidad acústica? Los sonidos que se pueden percibir en Brasilia son los sonidos de grillos y cigarras que atraviesan la densidad del ruido del tráfico incluso en el sector de los hoteles. Parece haber una interminable variedad de ritmos y resonancias en dichos sonidos.

Quizás sea precisamente el contraste entre el sonido anónimo internacional de una ciudad y los sonidos de grillos y cigarras específicos de este lugar lo que caracterice acústicamente a lo que aún es Brasilia: una aventura pionera, un plan maestro, arquitectura urbana moderna con pretensión de internacionalismo, cortada en medio de la mata brasilera. En cierto sentido "emigró" a un territorio extranjero y subdesarrollado para iniciar una nueva vida, para transformar el orden social y para negar y superar el subdesarrollo en el resto del país. Los edificios están allí para testificar este ideal. Pero el paisaje sonoro revela que la psiquis humana no emigró a la misma velocidad. El carácter internacional de la ciudad es audible, exclusivamente, por el ruido de tráfico, el peor aspecto del internacionalismo.

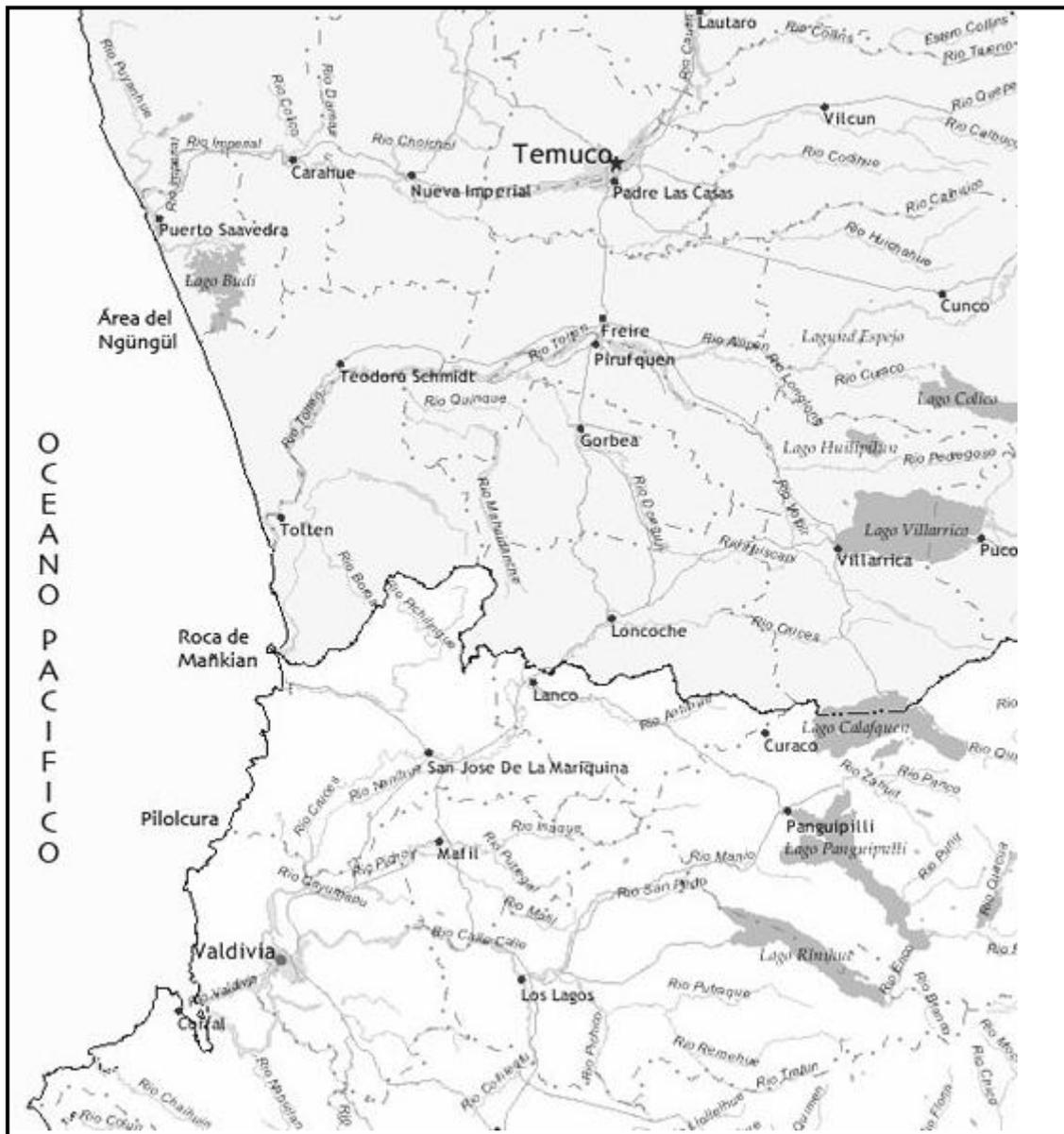
### **1.11 Paisaje sonoro en Chile.**

El programa de registros de paisaje sonoro nace en Chile, en 1999, cuando el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Cultura y las Artes, aprueba la realización del proyecto Patrimonio Sonoro de la Provincia de Valdivia, a cargo de Luis Barrie, luego en 2004, cuando Barrie fue invitado por Barry Truax para asistir al curso de Comunicación Acústica, en la Simon Fraser University, el Gobierno de Chile apoya nuevamente esta iniciativa financiando entonces el proyecto llamado oficialmente Programa Paisaje Sonoro. Barrie nos plantea que, ante la ausencia de grabadoras durante prácticamente toda la historia del hombre, una de las estrategias para acceder a anteriores paisajes sonoros es el documento escrito. Este tipo de investigación permite, por ejemplo, comprobar el protagonismo de ciertos hitos sonoros en el Santiago de Chile del siglo pasado: «El día estaba puntuado por las campanas de las iglesias en todos los barrios de la ciudad. Para alguien como el cronista, que vivió buena parte de la infancia y la adolescencia en Santiago, en el cuadrilátero que forman, la Alameda por el norte, la calle Diez de Julio por el sur, Ejército por el oeste y San Diego por el este, las horas iban siguiendo el ritmo de las campanas de San Ignacio, San Vicente, San Lázaro, tal vez otras de capillas y conventos. ¿Y ahora, qué pasa?, ¿Acaso las iglesias ya no tocan sus campanas? Por cierto que las tocan pero ya no se escuchan, no las oyen ni las beatas de oído más fino. Todo está sumergido en el magma de los motores y la vida moderna».

Sin embargo, la relación entre palabra y sonido va más allá de la literatura escrita. Parte importante del Programa de registro de Barrie, se basa en el trabajo de campo en comunidades mapuche donde no se generó un sistema de lecto-escritura y la oralidad constituye, no sólo la forma tradicional de educación, sino el corpus

intangible de conocimiento, creencias y organización. La comunidad mapuche es el mayor y más representativo grupo étnico de Chile, y estuvo asentada originalmente en el sur del país. Cuatro son los subgrupos dependiendo del área geográfica, variantes que se reflejan además en la lengua. Uno de estos subgrupos es el mapuche l'afkenche, ubicados desde el lago Budi por el norte hasta el río Valdivia por el sur.

**Figura 7: Mapa de la tierra mapuche.** L'afkenche, subgrupos mapuche ubicados desde el lago Budi por el norte hasta el río Valdivia por el sur.



Fuente: [http://cvc.cervantes.es/artes/p\\_sonoros/barrie](http://cvc.cervantes.es/artes/p_sonoros/barrie).

A pesar de su ubicación costera, su actual economía se basa principalmente en la agricultura, mientras su relación con el mar se mantiene más bien distante, asociada al mito o a lo desconocido, sin embargo, es ampliamente reconocido su vasto conocimiento en plantas medicinales.

La tradición oral l'afkenche cuenta de un mundo paralelo que existe bajo el mar, el Sumpallwe, cuyos habitantes conviven cotidianamente de forma similar a los humanos y sus costumbres. Un ser especial que habita el Sumpallwe es el Ngüngül, con forma de chungungo gigante y la tradición cuenta que al revolcarse en el fondo del mar genera un estruendo que logra viajar varios kilómetros. Entonces, cuando el Ngüngül se «revuelca» por el sur significa que el día será soleado, mientras que si lo hace por el norte anuncia la llegada de la lluvia (figura 8).

**Figura 8: Ngüngül, chungungo o gato de mar.** Pequeña y tímida nutria carnívora de la familia de los mustélidos, en idioma mapuche Ngüngül.



Fuente: <http://google.com>.

El lago Budi se encuentra a pocos kilómetros de la costa Pacífico y sus afluentes han cubierto las playas de «huevillos» (piedras de río). Además, geográficamente este sector no presenta bahía en una extensión de más de 100 kilómetros, recibiendo el oleaje de un mar bravo e imponente. Ambas características generan un sonido grave y continuo que se escucha a considerable distancia hacia el interior del territorio, especialmente en las zonas altas de los montes, variando su procedencia según la dirección del viento.

Para cualquier habitante del sur de Chile es bien sabido que el viento sur traerá buen clima y el norte la lluvia, pero lo que nadie imagina es que los azares del clima están bajo la voluntad del travieso Ngüngül. Pero a diferencia del faro en el Point Atkinson, el corno en la Escocia medieval y las campanas de las iglesias de Santiago de Chile, el Ngüngül no es una fuente sonora creada por el hombre y, pese a su origen natural, pertenece a la categoría de hito sonoro. Esto es debido a que toda una población decodifica este sonido como un mensaje consensuado, a través del cual, se identifica geográficamente y se representa como colectivo.

Al sur del lago Budi se encuentra la zona costera de la Provincia de Valdivia, área donde las comunidades l'afkenche han sufrido el mayor grado de aculturación, reflejándose en el desinterés por sus tradiciones y pérdida de la lengua. A fin de rescatar y divulgar información sobre el canto l'afkenche, Barrie en conjunto con el antropólogo David Núñez, recorrieron las comunidades de Pilolcura, Bonifacio y Curiñanco, hasta conocer y entrevistar en repetidas ocasiones a Andrés Alba.

Andrés Alba es reconocido como gran conocedor y promotor de la lengua y tradición mapuche, es además uno de los mejores interpretes del romanceo mapuche.

**Figura 9: Andrés Alba.** Conocedor y promotor de la lengua y tradición mapuche y uno de los mejores intérpretes del romanceo mapuche.



Fuente: [http://cvc.cervantes.es/artes/p\\_sonoros/barrie](http://cvc.cervantes.es/artes/p_sonoros/barrie).

La nota de campo de una de aquellas entrevistas dice:

«Una noche don Andrés nos habló sobre la antigua costumbre de ir al bosque nativo para buscar en la vertiente, el material para teñir lanas y ropas. Esto se realizaba con motivo de una visita o reunión importante y antes de sacar el material, debían pedir la autorización del Ngen del barro. Además de un buen color para sus mantas, también solicitaban protección para el camino de regreso, especificando que a cambio, dejarían el terreno igual como lo habían encontrado y así otros pudieran venir para hacer lo mismo»

Luego de esta explicación, don Andrés declamó una rogativa solicitando permiso al Ngen del barro, esta vez en lengua mapuche y tal como se hacía antiguamente frente a la vertiente. A continuación la transcripción y traducción de esta rogativa:

Chaw müleyimi, tūfameu  
Padre Dios, tú estás aquí  
Fey, kintutuaiñ wiño fūn  
Pues, hemos vuelto a buscar materiales  
Mülealu kawīñtun  
Habrá reunión  
Fey, masiaw wesayawliiñ  
Entonces si nos va mal  
Ayelcheafui  
Seremos motivo de burla  
Nieaiñ kume apew iñ amuam

Que tengamos buena compañía a nuestro regreso  
Trawün mew, fey rulpaiñ feychi trokiñ  
En la reunión, ya hemos pasado por lugares (?)  
Kim entunieaiñ, choapinu teñiañ, lama teñiañ  
Que sepamos obtener buen material para teñir choapinos y lamas  
Ropa, feymew küpaiñ, welu elumuaiñ kũme rofũ  
Tambiñn ropa, por eso hemos venido, pero danos la buena tierra  
Fey antũ kay pediwayaiñ, eluwaiñ  
Pues todo hoy no te pediremos, te dejaremos tierra  
Elaiñ tufamew, kiñemew  
La dejaremos aquí, en un lugar  
Fey ka ngepatule cheka.  
Para otros cuando vengan.  
Külliañ Chaw.  
Pagaremos Padre Dios.  
Welũ, fũrenemuaiñ  
Danos la buena tierra (polvo)  
Feychiam  
Eso pues.

Las nuevas generaciones desconocen las técnicas de teñido, el proceso de recolección de material, el reconocimiento de lugares para obtenerlo, y ni siquiera podrían demostrar, de acuerdo a la tradición mapuche, el respeto frente al Ngen del barro.

De manera similar al trabajo de Bruce David y el corno medieval, se utilizó la descripción de Andrés Alba sobre el lugar donde se realizaba esta rogativa, como criterio para identificar los elementos sonoros que componían la escenografía natural de aquella rogativa. De acuerdo a esto, se registraron los sonidos de la tradicional selva valdiviana, para luego editarlos y mezclarlos con la voz de don Andrés, grabado en Pilolcura. Este material ha sido de apoyo para antropólogos comprometidos con la organización de las comunidades del sur l'afkenche.

#### ➤ Paisaje sonoro y oralidad en el canto mapuche.

En 1641, la corona española reconoce al pueblo mapuche como nación autónoma, pero posteriormente el ejército chileno independiente rompe el acuerdo y, en 1860, se apropia de sus territorios. Actualmente, la creciente migración indígena a las principales ciudades los ha enfrentado a una permanente discriminación étnico-racial. Una baja autoestima, la negación de su condición de indígena y la indiferencia hacia el lenguaje, trajeron como consecuencia la progresiva pérdida de la tradición oral, método originario de enseñanza mapuche.

Un giro en las políticas económicas y culturales del Gobierno de Chile intenta revertir esta situación buscando, principalmente, motivar un sentido de identidad local. La Reforma Educacional de 1997 mejoró las condiciones para el desarrollo de proyectos de investigación dentro del territorio mapuche, pero es aún incompleta cuando implementa sus resultados dentro de las propias comunidades. Por ejemplo, un inflexible método de lecto-escritura es utilizado en el sistema público de educación indígena, actuando indirectamente en contra de la oralidad tradicional.

Dado que la cultura mapuche no generó escritura en su etapa precolombina, narrador y auditor se apropiaban de métricas específicas para memorizar las

diferentes formas orales. De acuerdo con esto, el arte de hablar se considera de gran importancia social y requiere de altos niveles de conocimiento. Algunas veces, la palabra toma forma melódica y entonces es conocido como ül que surge espontáneamente buscando realzar un instante específico del relato.

Describir la funcionalidad de un ül específico implica considerar el contexto en que éste operó, definiéndose así la aplicación pedagógica del paisaje sonoro. Un proyecto de documentación de textos orales enfatizando en el entorno, se distinguirá cualitativamente del registro aislado de la palabra, integrando elementos cuyo significado no sólo contextualiza el material documentado, sino que además, contribuye al proceso de apropiación del producto final por parte de la comunidad donde estos registros se generaron.

Identificada esta aplicación del paisaje sonoro, se implementó un programa de registro cuyo objetivo central fue transmitir un mensaje de identidad desde una comunidad l'afkenche organizada hacia otra de alto nivel de aculturación. En otras palabras, se utilizó el soporte CD como puente sonoro entre la zona norte l'afkenche y el territorio sur l'afkenche, obteniendo como resultado una herramienta de alto contenido intracultural.

El disco incluye cantos y entrevistas en lengua mapuche, donde las temáticas se presentaron en forma de representación sonora que va desde la mañana a la noche. De esta manera, al comienzo se exponen los contenidos más generales, recorriendo el día gradualmente, para terminar en una reunión nocturna de cantores. En aquella sesión, finalmente aparecen las temáticas más relevantes, como la importancia de mantener la lengua y la funcionalidad del canto.

La participación de relevantes cantores del sector del lago Budi, permitió hacer llegar a las comunidades del sur un importante documento que hasta ahora, continúa motivando actividades y reuniones de intercambio. Pero además, el paisaje sonoro demostró generar una mayor familiaridad para el oyente mapuche, alcanzando no sólo un notable nivel de aceptación por parte de la comunidad, sino que además, una actitud de apropiación del disco.

#### ➤ **Paisaje sonoro rapanui y el sueño de Haumaka.**

Debido a los beneficios prácticos en la prospección e interpretación de datos, recientes proyectos de acústica ambiental han reemplazado las grandes ciudades, su tradicional área de estudio, en favor de la caracterización del ruido comunitario en pequeños pueblos rurales.

La primera de estas ventajas es el menor tiempo requerido para levantar un sistema completo de datos, incluyendo: mediciones, grabaciones y encuestas. La segunda es que, en este tipo de zonas el bajo nivel de ruido de fondo acusa con mayor exigencia la presencia de fuentes de emisión. Por último, la interpretación de la influencia de factores externos al modelo tradicional de transferencia de energía, se simplifica en comparación a una gran ciudad, donde intervienen un sin número de variables anexas.

El primer estudio de estas características lo emprende en 1975, el WSP en cinco villas europeas. Cada una de estas villas tenía menos de 3.000 habitantes y una actividad o institución sobresaliente. Al sur de Suecia, Skruv un pueblo industrial relativamente moderno; Bissinger, al sur de Alemania, gradualmente convertía su vida

agropecuaria por una más industrial; al norte de Italia, Cembra mantenía su tradicional vida agrícola; al oeste de Francia, Lesconil un pueblo de pescadores; y Dollar, en las tierras bajas de Escocia, generaba su actividad alrededor de un reconocido centro de estudio (figura 10).

**Figura 10: Paisaje sonoro de cinco villas europeas, WSP.** Cuatro de las cinco ciudades incluidas en el estudio.



Fuente: <http://www.sfu.ca/~truax/FVS/fvs.html>.

Posteriormente, en 1980, el Instituto de Investigación de Sonido y Vibraciones de la Universidad de Southampton, Inglaterra, realizó un proyecto similar esta vez aplicado a diez villas en las tierras de Hampshire y Wiltshire (Hawkins M.M.; 1980). Tanto el equipo canadiense como el inglés buscaron caracterizar el paisaje sonoro enfatizando su relación con la estructura y vida de estos pueblos, pero fueron los ingleses quienes propusieron un diseño específico de encuesta.

Pretender aplicar en comunidades indígenas un proceso de prospección apoyado en el análisis estadístico de encuestas parece sin sentido, especialmente cuando lo que se busca es una respuesta que llevará asociada una interpretación cualitativa de la variable de estudio.

El objetivo del último proyecto de este programa fue documentar el paisaje sonoro en Isla de Pascua, basado en los principios y estrategias utilizadas en las villas de Europa. Sin embargo, desde un comienzo se privilegió un estudio centrado en la idealización del territorio, basado en la tradición oral de la cultura rapanui y análisis estadístico a través de encuestas.

La importancia del medioambiente para la construcción de la identidad está relacionada a la forma en que la comunidad interpreta su territorio. La mayoría de las comunidades en su ocupación continua de un área determinada, desarrolla una relación íntima con su territorio y ciertos rasgos de aquella población estarán influenciados por la geografía de su medioambiente. Inversamente, esta misma comunidad utilizará ese territorio específico como una forma de definir su noción de identidad. Durante la entrevista con don Alberto Hotus, presidente del Consejo de

Ancianos, explicaba que según la tradición, luego de la primera migración ma'ori el rey ordenó una distribución territorial basada en la explotación de la isla en función de la especialidad de cada tribu.

Ese fue el trabajo del rey Hotu Matu'a, mandar a dividir la tierra y entregar a cada tribu un cierto lugar. Cada tribu tenía su forma de hacer las cosas, los Marama son los inteligentes, su trabajo era buscar, escribir en rongorongo, todas estas cosas. Desde Tahai para acá, en la tierra de los Haumoana, esa no es zona de manavai, ellos eran pescadores no les interesaba construir manavai. Por ejemplo, los Ure o Hei son guerreros, los otros allá en Hotu Iti, en la parte de los Hiti 'Uira, eran los constructores de los moais. En resumen, cada tribu tenía su trabajo específico.

Otro criterio utilizado en la búsqueda de sistematizar el proceso de registro, sin perder de vista la representación del paisaje sonoro desde un sentido local, fue la relación Lenguaje-Medioambiente. El antropólogo Edward Sapir dirigió en 1912, una investigación orientada a verificar la influencia de las fuerzas físicas del medioambiente sobre el lenguaje, específicamente fonética, gramática y vocabulario.

Respecto a las dos primeras, concluyó que el uso casi mecánico de los sonidos en la construcción de las palabras, supone una independencia de las condiciones medioambientales, y a su vez, una estructura gramatical separada del contenido parece más sensible a las fuerzas sociales que a elementos físicos.

Donde encontró una correlación positiva fue en el vocabulario, sosteniendo que al operar como un complejo inventario de ideas, intereses y ocupaciones, el léxico revelaría el grado de familiaridad desarrollado por la comunidad frente a los diferentes elementos del medioambiente. Es decir, la tribu especializada en la pesca adaptará su lenguaje a la descripción de la fauna marina y técnicas de pesca, más que la tribu que vive de la agricultura.

El mismo don Alberto explica:

«Cada persona tiene su lugar y esa piedra lleva el nombre del dueño (...) por lo menos yo conozco más de ocho mil nombres en la toponimia de la isla, porque hay un tavai donde uno puede sacar koreha, hay un pu kohiro donde uno puede sacar el kohiro, donde yo puedo pescar nunue, entonces en tres metros hay cinco nombres o seis. Y más afuera en el mar están los toka, akakainga, akanongoma...».

Cabe destacar que la función de asignar nombres a los lugares es también un aspecto del lenguaje, que a su vez está asociado a la idea de mapa, entendido este último no como una simple descripción de puntos en el espacio sino como un manifiesto de apropiación sobre un territorio. Es decir, toponimia y propietario en una compleja narrativa de poder, territorio e identidad.

Bajo este concepto, se utilizó como criterio de registro sonoro un recorrido extraído del mito fundacional de la cultura rapanui, conocido como Varua Haumaka, traducido normalmente como 'El sueño de Haumaka'. Varua es una expresión rapanui que se traduce literalmente como 'espíritu', pero que también está asociado al concepto de 'sueño'. Ambos mundos, el primero, la personificación del alma intangible y el segundo, el sueño como estado paralelo de conciencia, quedan integrados a través de esta única palabra. Complementando entrevistas con diferentes personas competentes en la cultura tradicional rapanui, se logró el siguiente relato del mito:

Y fue que Haumaka, de quien se dice tenía el poder del aire, conocía la habilidad de viajar durante sus sueños. Debido a este poder, uno de los líderes que gobernaba en Hiva, el rey Hotu Matu'a, le ordenó buscar la isla que estaba entre el Sol y la Luna. Haumaka, consejero del rey, obedeció sus órdenes y su espíritu llegó a la tierra encomendada, la llamó Te Pito o te Kainga a Haumaka o Hiva. Arribó por el suroeste vio los tres islotes y dijo: «¡Oh!... los hijos de Ta'anga convertidos en roca, es por esto que no habían regresado».

Después Haumaka encontró el Pu Mahore, y lo llamó Pu Mahore a Haumaka o Hiva, el Mahore de Haumaka de Hiva, entonces escaló hasta Orongo desde donde divisó el Poko Uri y toda la tierra, dando nombre a cada lugar y cada cosa que desde ahí contempló. Haumaka siguió por Manavai hacia la costa sureste hasta el volcán Poike. Allí observó toda la tierra y nombró cada lugar y cada cosa que desde ahí vio.

Al dejar Poike, Haumaka recorre la costa noreste donde encontró la playa de Hanga Rau, en ese momento dijo « ¡Oh!, este es el mejor lugar para el rey, éste es el lugar predestinado». La tarea estaba terminada y Haumaka volvió a Hiva, donde él despertó lanzando un grito «¡Ah!, he encontrado la isla para el rey».

Lo interesante de este relato es que los lugares por donde pasa Haumaka, y sobre los cuales designa un nombre, son aun identificables por la comunidad rapanui, lo que finalmente permitió construir este mapa sonoro de estructura lineal, basada en el recorrido del mítico personaje.

En una segunda lectura, el relato permite verificar los aspectos prácticos que aparecen luego con la posterior división territorial, tales como el lugar sugerido para la pesca, el tipo de espacio óptimo para la agricultura y por supuesto el territorio estratégico para el asentamiento de la nobleza política.

Concluyendo, se puede decir que la capacidad de ver, de escuchar, de mantener una relación envidiable con la naturaleza, son aspectos que el Programa de registros de paisaje sonoro de Chile ha querido difundir hacia la comunidad chilena en general. El vínculo que este proyecto creó y mantiene con la comunidad mapuche y rapanui, ha permitido a partir de nuestras diferencias, enriquecer este concepto del paisaje sonoro nacido en Canadá, con aquellos rasgos propios de la diversidad cultural. A partir de esta experiencia, se propone el debate sobre un modelo que no sólo ayudaría a sistematizar un proceso de documentación de un paisaje sonoro culturalmente ajeno, sino además, desde esta diversidad hacer más fuerte el llamado a una nueva ¿o ancestral? forma de escuchar el mundo.

## **1.12 Paisaje sonoro marino.**

El mar nunca ha sido el mundo del silencio; por lo menos, no de ese silencio que es sinónimo de vacío sensorial. El verdadero silencio se encuentra en medios no elásticos donde no hay movimiento de partículas capaces de transmitir vibraciones: en el espacio por ejemplo, otro lugar extra-terrestre. A lo mejor, en referencia al mar, se podría hablar de mundo de los silencios.

Siempre ha existido ruido en el mar: natural, como el de las olas y de la lluvia, o del movimiento de placas tectónicas y maremotos; biológico, como el que producen los organismos vivos, de invertebrados a cetáceos. Todo este ruido forma un silencio tranquilo, milenario, que habita el medio natural y tranquiliza, como el ruido del campo, y se armoniza con el ritmo interior de la respiración del que lo escucha o quiera oírlo.

Principalmente el ser humano, único mamífero que se puede permitir el lujo de dejar fluir este ruido “placentero” en su interior sin necesidad de analizarlo, simplemente para relajarse y aislarse de un ruido mental a veces mas contaminante. Este es el silencio que buscamos al sumergirnos en el agua. Allí, nuestra percepción del mundo sonoro está limitada por la capacidad de nuestro sistema sensorial acústico, originalmente diseñado para codificar sonidos transmitidos en el medio aéreo. El cambio de fase agua-aire supone una caída en frecuencia e intensidad de cualquier estímulo que llega a la cadena auditiva humana y transforma en sordina “deliciosa” el ruido ambiente natural o biológico.

En esta percepción errónea o troncada del mundo acústico marino está probablemente el origen de nuestra falta de previsión o concienciación hacia el posible impacto que podría producir la introducción de fuentes sonoras artificiales en este medio. Como es costumbre, la referencia sistemática a nuestras referencias no suele acercarse a la realidad. Pensamos que la imagen, visual o acústica, que recibimos del mundo es única y verdadera y que desde luego no existe de él otra versión tan completa. Y, evidentemente, los otros organismos dotados de percepción percibirán la misma, a no ser que sean inferiores en la escala evolutiva y no estén dotados de esta capacidad.

No existe un mundo único cuya imagen completa sólo pueden ver o percibir unos privilegiados. Cada especie, incluido el ser humano, ha desarrollado durante su evolución los sentidos necesarios para su supervivencia, herramientas sensibles para percibir su mundo en sus dimensiones.

Los sistemas sensoriales han evolucionado para permitir a los animales recibir y procesar información de su entorno. Para entender como funcionan los sistemas sensoriales, se tiene que saber como las características físicas del medio afectan a la información disponible, a su propagación y su recepción. En otras palabras, debemos contemplar tanto el mensaje en sí, como el medio en el cual se encuentra. Las señales que vinculan la información en el medio marino pueden ser completamente diferentes de las señales en el aire: el medio marino cambia de muchas maneras y estos cambios tienen una influencia sobre el mensaje y su soporte físico.

La evolución en el medio acuático obligó a los mamíferos marinos a adaptar sus sistemas sensoriales, desarrollados en la tierra, hacia la detección y proceso de las señales en el agua. Funcionalmente hablando, los sistemas sensoriales de los mamíferos marinos son similares a los de los mamíferos terrestres en el sentido que actúan como tamices muy selectivos.

En términos generales, el concepto de sistema sensorial se refiere a los componentes periféricos del sistema nervioso que un animal utiliza para detectar y analizar una señal. Existen cuatro funciones principales en cualquier sistema sensorial: captura de una señal en el medio, filtración de esta señal, transducción de la señal en un impulso neural y envío de la información procesada al sistema nervioso central. Cada función puede implicar más de un receptor o procesador periférico. Si toda la información disponible en el medio recibiera una atención idéntica, el cerebro estaría probablemente desbordado por demasiado input sensorial.

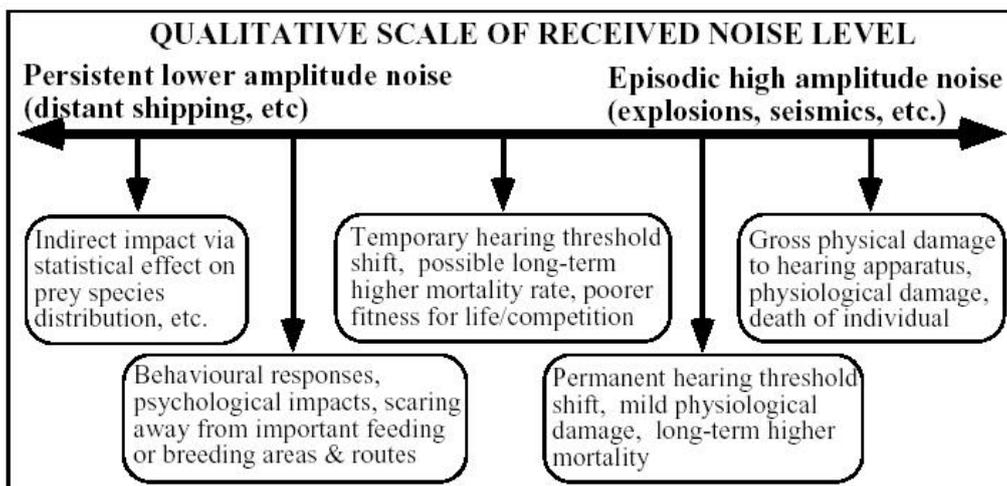
En cambio, los órganos sensoriales son filtros que seleccionan y atienden las señales que, según criterios de la evolución, han demostrado ser importantes para la especie. Es interesante considerar como el depredador y su presa están dirigidos a ser a la vez parecidos y diferentes sensorialmente, ya que sus actividades coinciden en el

tiempo y espacio, necesitan tener sensibilidades visuales similares pero campos de visión diferentes. El depredador tiene normalmente una visión binocular que le permite un juicio preciso de la distancia a la cual se encuentra la presa. La presa puede tener capacidades menores de visión binocular y de control de la profundidad a favor de una mayor capacidad de visión lateral, necesaria para detectar al depredador. Dos especies diferentes pueden tener rangos sensoriales que se solapan pero no existen dos especies que tengan unas capacidades sensoriales idénticas. Por lo tanto, cada mundo que percibe una especie es únicamente una parte del mundo físico real, es decir, un modelo específico a cada especie construido a partir de los bloques de datos que sus sentidos capturan.

Esto incluye escalas diferentes de tiempo y de espacio. Si somos capaces de entender la información que captan otras especies, a través del desarrollo de tecnologías que traduzcan estas informaciones a nuestro nivel sensorial, tendremos posiblemente acceso al mundo que estas especies perciben; y, desde la perspectiva de la Ciencia y bajo el prisma de esta visión privilegiada, podremos asesorar el impacto de fuentes sonoras de origen antropogénico, así como controlar los efectos negativos asociados a las actividades humanas en el hábitat donde desarrollan sus actividades habituales.

Sin embargo, y a pesar de técnicas de análisis cada vez más avanzadas, este día no termina de llegar. Y mientras tanto el hombre sigue penetrando sin control en este espacio que un día fue un mar de silencio, convirtiéndolo a gran velocidad en un mundo de ruidos letales.

**Figura 11: Esquema de tipos y grados del impacto sonoro en mamíferos marinos.** El posible impacto de emisiones sonoras puede afectar tanto a los sistemas de recepción auditiva e intervenir a otros niveles sensoriales o sistémicos y resultar letal para el animal afectado.



Fuente: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/>

Comprender sobre el posible impacto acústico de fuentes sonoras artificiales en el medio marino no es una tarea trivial. Por varios motivos, la primera, ya mencionada, es la relativa falta de información sobre el mecanismo de proceso y análisis de sonidos por parte de los organismos marinos, además, y aunque somos capaces de grabar y catalogar la mayoría de estas señales, no conocemos su papel e importancia en el equilibrio y desarrollo de las poblaciones. En segundo lugar, el posible impacto de emisiones sonoras no sólo concierne a los sistemas de recepción

auditiva sino que puede intervenir a otros niveles sensoriales o sistémicos y resultar letal para el animal afectado. Si a estas dos razones de peso se añade el hecho que las consecuencias de una exposición puntual o prolongada a un ruido determinado puede tener consecuencias negativas a mediano y largo plazo y, por lo tanto, no observarse de inmediato, se entiende, sin excusar la falta de previsión ni de medios para investigar, la gran dificultad a la cual se está confrontando la comunidad científica para obtener unos datos objetivos que permitan controlar de forma efectiva la introducción de ruido antropogénico en el mar.

Para responder a algunas de estas interrogantes, la elección de los cetáceos, y el estudio exhaustivo de sus adaptaciones al medio marino a lo largo de su evolución, no es fortuita. El medio marino, como todo medio natural, se rige en base al equilibrio de los organismos que lo habitan, cada uno de ellos situándose a un nivel trófico específico que permite el desarrollo de los niveles superiores. Un desajuste de cualquiera de estos niveles desequilibra la cadena, en los dos sentidos. Frente a un problema de conservación, el reto de los científicos es encontrar un organismo suficientemente representativo, es decir cuyo equilibrio y desarrollo pueden influir sobre el equilibrio y desarrollo del resto de la cadena trófica y utilizarlo como bioindicador frente a la fuente contaminante. Los cetáceos, por su relación de dependencia vital y casi exclusiva con la información acústica, representan hasta la fecha el mejor bioindicador de los efectos de la contaminación acústica marina.

El sistema auditivo de los cetáceos está caracterizado por una serie de adaptaciones morfológicas únicas: una de las más interesantes es la capacidad de seleccionar las frecuencias para la discriminación fina de imágenes acústicas a través de los canales auditivos que actúan como filtros de frecuencias (Supin, A. y Popov V.; 1990). En un organismo sano, esta selectividad de frecuencias del oído, y por lo tanto de las señales acústicas que producen, está evolutiva y directamente en relación con el uso específico de su hábitat y caracteriza, por lo tanto, a cada especie de cetáceos. Por otro lado, dentro de esta selectividad de frecuencias, la sensibilidad del oído a algunas frecuencias permite medir el estado fisiológico y/o patológico del sistema auditivo de un determinado individuo y estimar su capacidad acústica para utilizar su hábitat.

Esta diversidad de señales acústicas intra e inter específicas, existen en unas 80 especies de cetáceos cada una con un repertorio acústico complejo, lo que dificulta el análisis en términos de extracción de los componentes básicos de información necesarios a la supervivencia de un individuo o de una población y, por lo tanto, limita considerablemente nuestra capacidad para estimar los efectos de una fuente sonora contaminante. Además se añade el problema de una distorsión inmediata, y directamente proporcional a la distancia, que sufre cualquier sonido transmitido en el medio marino. Este fenómeno físico natural, o pérdida de transmisión, afecta a la propagación y a las características de la señal que puede resultar completamente distinta a la recepción, dependiendo de la naturaleza de los caminos acústicos en los cuales se transmite y la posición del receptor en la columna de agua.

En este contexto, si admitimos la existencia y necesidad de comunicación entre miembros de un mismo grupo social de cetáceos en todos sus actividades diarias (alimentación, reproducción, orientación, etc.), si aceptamos que las señales que producen constituyen el único medio acústico detectado y disponible para intercambiar informaciones y si constatamos la fuerte distorsión que afecta la señal durante su

propagación, resulta evidente que “el mensaje” transmitido no debe depender exclusivamente de la señal acústica en sí. En otras palabras, como esta señal no puede garantizar físicamente la transmisión correcta de una misma información en un mismo instante a todos los miembros del grupo, y por lo tanto, no es suficiente para mantener la cohesión del grupo, debe existir una variable en estas vocalizaciones, o en estas series de vocalizaciones, que no esté afectada por esta pérdida de transmisión y llegue de manera idéntica a cualquier individuo sea cual sea la distancia que le separa de su grupo.

Tratándose de pulsos acústicos, producidos y transmitidos en el medio marino, el único parámetro que permanece constante, independientemente de la distancia recorrida es el intervalo de tiempo entre dos señales consecutivas. Un parámetro temporal. A partir de esta constatación, se puede especular que gran parte de la información que se transmite está contenida en la combinación y sucesión de las señales (André, M. y Kamminga, C.; 2000).

Esta consideración se aplica a todas las especies de cetáceos (André M. y col.; 1998) y permite el análisis de sus vocalizaciones desde un ángulo diferente, “simplificando” la metodología y los protocolos de investigación y permitiendo homogeneizar los estándares de interpretación de la información. A la vez que introduce un mayor grado de responsabilidad frente al umbral de tolerancia de estas especies expuestas a fuentes sonoras, si sus silencios son garantías y vínculos de vida.

Los últimos cien años han visto la introducción de ruido antropogénico en el medio marino a una escala nunca experimentada a lo largo de los 10 millones de años de evolución que cuenta el orden moderno de los cetáceos. No cabe duda, por lo tanto, que en la última etapa de su historia, las ballenas, cachalotes y delfines no han desarrollado todavía, si es que pueden lograrlo algún día, la capacidad de adaptar su sistema de audición a fuentes sonoras importantes cuyo impacto se desconoce en la funcionalidad de sus sistemas vitales.

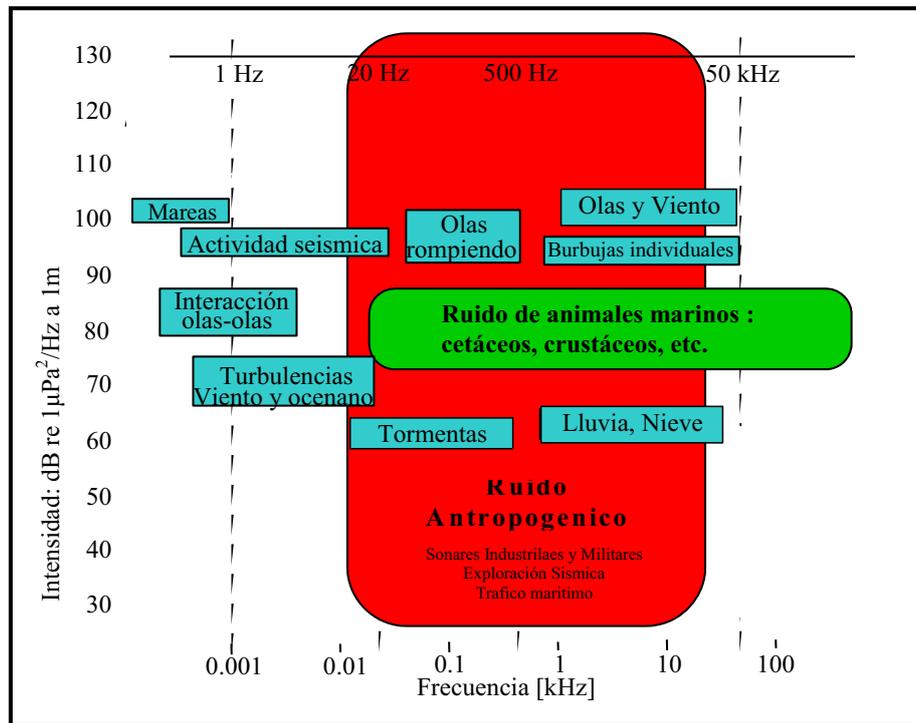
Las fuentes de contaminación acústica marina producidas por las actividades humanas incluyen (ver figura 12):

- el transporte marítimo,
- la exploración y producción en alta mar (offshore) de gas y petróleo,
- los sónares militares e industriales,
- las fuentes de acústica experimental,
- las cargas explosivas submarinas, militares o civiles,
- las actividades de ingeniería y el ruido de aviones supersónicos.

A pesar de que se han podido demostrar algunos de los efectos de estas fuentes en términos de reacciones de huida y otros cambios de comportamiento, ha sido muy difícil determinar si el ruido producido por el hombre induce efectivamente la muerte (Richardson, W. J. y col.; 1995; André, M. y col.; 1997; André A. M. y Degollada E.; 2003; Degollada E. y col.; 2003). Sin embargo, esta situación ha cambiado recientemente con la asociación del varamiento en masa de varias especies de cetáceos, particularmente de la familia de los zifios, con el uso de sonar militar (Evans, D.L. y England, G. R.; 2001; Jepson P. D. y col.; 2003; Evans, D. L. y Miller L.; 2003). Evidencias anatómicas indican que tales fuentes acústicas pueden causar lesiones en los órganos acústicos, suficientemente graves para ser letales (Evans, D. L. y England G. R.; 2001; Degollada E. y col.; 2003; Evans, D. L. y Miller L.; 2003). Se

sospecha que estas mismas fuentes pueden producir lesiones agudas inducidas físicamente o derivadas de cambios de comportamiento que conducirían los animales a varar y morir (Houser, D. S. y col.; 2001; Jepson, P. D. y col.; 2003; Evans, D. L. y Miller, L.; 2003). De confirmarse esta sospecha, esto añadiría otro elemento a nuestra incapacidad de predicción para determinar que tipo de fuentes sonoras se tienen que considerar peligrosas para los mamíferos marinos. Actualmente, no se entiende del todo en que condiciones o circunstancias la exposición a sonidos de alta intensidad pueden causar lesiones irreversibles.

**Figura 12: Fuentes sonoras acústicas naturales y antropogénicas.** En este esquema (adaptado de Potter y Delory, 1999) se puede observar la presencia del ruido natural y antropogénico en el mar donde se superpone la contaminación acústica (rojo) a los sonidos naturales (azul) y biológicos (verde).



Fuente: [www.sonsdemar.eu](http://www.sonsdemar.eu).

Muchos factores pueden, potencialmente, estar involucrados en estos procesos: el nivel de la fuente sonora, su transmisión a través del agua, la posición del animal en la columna de agua, su comportamiento y estado fisiológico, así como efectos sinérgicos, incluidos cualquiera lesión física crónica.

Todos pueden jugar un papel, pero se desconocen los parámetros básicos del mecanismo de impacto que permitirían controlar los efectos negativos de esta contaminación acústica y posteriormente legislar sobre la introducción de fuentes sonoras artificiales en el medio marino.

A la luz de esta incertidumbre, el Consejo Superior de la Sociedad Europea de Cetáceos (European Cetacean Society), sociedad que agrupa a los 500 científicos europeos que dedican sus investigaciones a la biología de los cetáceos, a través de un comunicado oficial con el que concluía el 17 congreso internacional de esta sociedad

celebrado en Las Palmas de Gran Canaria en marzo de 2003 bajo el tema principal Marine Mammals and Sound, señala que:

- se necesita de forma urgente una investigación sobre los efectos de la contaminación acústica humana en el mar, la que se debe de conducir bajo los más altos estándares de credibilidad científica, evitando los conflictos de intereses.
- se deben de desarrollar e implementar lo antes posible unas medidas de mitigación no intrusivas.
- se tendría que limitar el uso de fuentes sonoras submarinas potentes hasta que se conozcan los efectos a corto, medio y largo plazo sobre los mamíferos marinos y evitar su uso en áreas de concentración de estas especies.
- se deben desarrollar instrumentos legislativos que permitan ayudar a implementar las políticas europeas y nacionales en materia de control de la contaminación acústica marina.

Estas son las cuestiones fundamentales que los científicos, con el apoyo imprescindible de las instituciones, deben de contestar en un corto plazo si no se quiere que el desarrollo de las actividades humanas en el mar resulte sinónimo de pérdida irreversible del equilibrio marino natural, y que el mar pierda para siempre sus silencios.

### **1.13 Ecología acústica.**

La Ecología Acústica, conocida también como ecoacústica, es su conciencia del sonido, específicamente su nivel de conciencia del entorno sonoro en un momento determinado. La filosofía en la cual se basa la Ecología Acústica es simple, pero profunda: su autor R. Murray Schafer, un músico, compositor y ex Profesor de Comunicación de la Universidad Simon Fraser en Burnaby, BC, Canadá, indica que tratamos de oír el ambiente acústico como una composición musical y, más que eso, que tenemos responsabilidad en su conformación (Schafer, R. M., 1977). Al igual que muchas ideas que surgen de la explosión de ideologías del final de la década de los 60, la profundidad del mensaje de Schafer queda hoy escondida detrás de un solo asunto tan de moda y fácilmente comprensible: la polución sonora. Esta conclusión es muy desafortunada, ya que Schafer tiene mucho más que ofrecer. Sin embargo, a más de 40 años de que sus ideas fueran ordenadas y publicadas, aún son desconocidas para el público en general y casi desconocidas para los que estudian acústica ambiental. Schafer es ampliamente conocido, dentro de la comunidad musical contemporánea, por su amplia obra musical/teatral, usualmente relacionada con un sitio específico, más que por su ecología acústica. El compositor John Cage conocía ambos aspectos; si se le preguntaba si conocía algún gran profesor de música, siempre contestaba "Murray Schafer de Canadá" (Truax, B., 1978).

El punto de partida de Schafer fue haberse dado cuenta del increíble dominio que tiene en la sociedad el sentido de la vista, la "cultura del ojo" como fuera denominada en otras publicaciones, y descubrir que la habilidad de escuchar de los niños se estaba deteriorando. Schafer estaba tan preocupado por este problema, que realizó una apasionada defensa para lograr que las habilidades de escuchar se incluyeran como parte integrante de los estudios nacionales. Schafer se dedicó a estudiar este tema, al cual denominó "competencia sonológica", y lo demostró por medio de ejercicios prácticos realizados trabajando con estudiantes de música, tales como: "enumere cinco sonidos ambientales cualquiera (no musicales) que Ud.

recuerde haber escuchado hoy"; y "enumere cinco sonidos (no musicales) que le hayan gustado y cinco que no le hayan gustado".

Kendall Wrightson catedrático de Tecnología Musical, señala que frecuentemente comienza un ciclo lectivo con estos ejercicios y puedo confirmar la experiencia de Schafer, ya que muchos estudiantes no recuerdan "conscientemente" haber escuchado ningún sonido durante el día, y muchos no logran completar la lista de sonidos, ni siquiera luego de 15 minutos. La respuesta de Schafer al problema fue desarrollar un conjunto de ejercicios para "limpiar los oídos", los cuales incluyen "paseos sonoros", es decir, una caminata de meditación en donde el objetivo es mantener un alto nivel de conciencia sonora. (Schafer, R., 1967 y 1969).

Al comienzo de la década de los 70, Schafer había comprometido a sus colegas de la Universidad Simón Fraser en este trabajo, dando así origen a su primer gran proyecto, el Proyecto Paisaje Sonoro Mundial, cuya primera concreción de importancia fue el estudio de campo del Paisaje Sonoro de Vancouver. Este estudio incluyó mediciones de niveles acústicos (con realización de mapas isoacústicos), grabaciones de paisajes sonoros y la descripción de una clase de características acústicas. Otros estudios de campo del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial condujeron a la publicación de *Five Village Soundscapes* (Schafer, R. M., 1978) y *European Sound Diary* (Schafer, R. M., 1977). La obra de Schafer *The Tuning of the World* es todavía hoy el texto sobre Ecología Acústica más conocido y más abarcador.

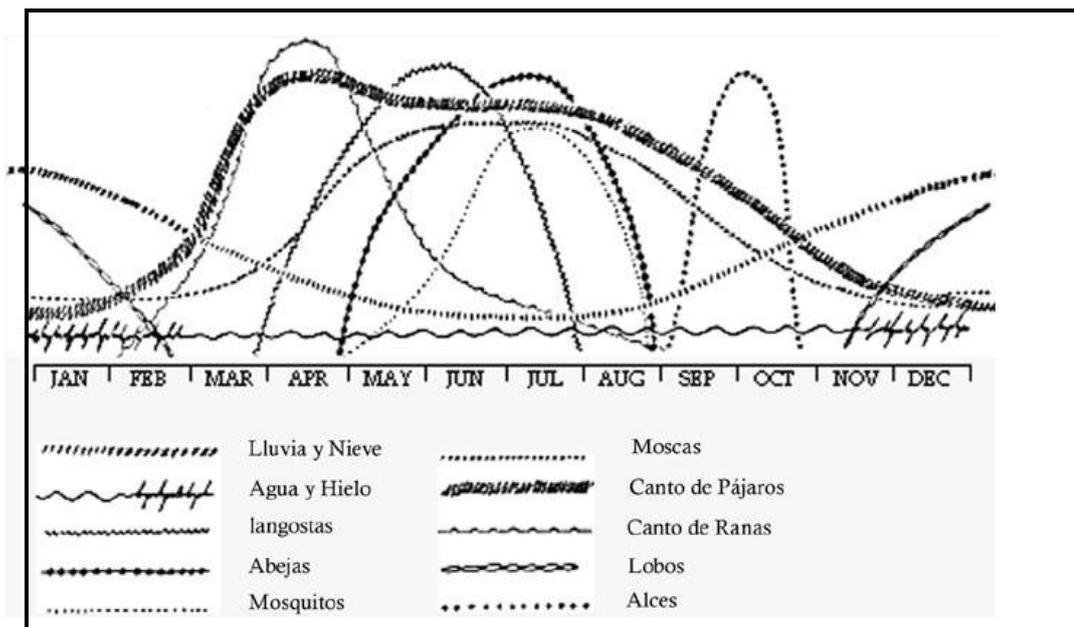
El libro *The Tuning of the World*, formalizó la terminología del paisaje sonoro que Schafer inventó en sus estudios de campo con el Proyecto Paisaje Sonoro Mundial; sonidos fundamentales que definió como "tónicas" (keynotes) (haciendo analogía con la música, en donde una tónica identifica la tonalidad fundamental de una composición, alrededor de la cual se modula la música); sonidos en primer plano (con los que se intenta llamar la atención) que denominó "señales sonoras" (sound signals). Los sonidos que son especialmente considerados por una comunidad y sus visitantes, se denominan "marcas acústicas" (soundmarks), en analogía con los postes que se usan para señalar terrenos (landmarks). Como ejemplos naturales de estos últimos podemos citar los géiseres, los saltos de agua y el sonido del viento, mientras que como ejemplos culturales podemos incluir ciertas campanas características, así como los sonidos de las actividades tradicionales. (Schafer, R. M., 1977; Truax, B., 1978; 1984).

La terminología de Schafer ayuda a expresar la idea de que el sonido de una localidad particular (sus tónicas, señales sonoras y marcas sonoras), al igual que la arquitectura local, sus costumbres y vestimenta, puede expresar la identidad de una comunidad, al punto de que los pueblos pueden reconocerse y distinguirse por sus paisajes sonoros.

Lamentablemente, desde la revolución industrial, hay una cantidad cada vez mayor de paisajes sonoros únicos que o bien han desaparecido completamente o se han sumergido dentro de una nube de ruido homogéneo y anónimo que constituye el paisaje sonoro de las ciudades contemporáneas, con su omnipresente tónica: el tráfico. El contraste entre los ambientes sonoros pre y post industriales se expresa perfectamente en el uso que da Schafer a los términos "hi-fi" (alta fidelidad), para caracterizar al primero y "lo-fi" (baja fidelidad), para describir al segundo. Schafer define un paisaje sonoro hi-fi como un medio ambiente en el cual "el sonido se superpone menos frecuentemente; donde existe una mayor perspectiva "frente y fondo". Al transcribir las grabaciones de ambientes hi-fi, el equipo de trabajo de

Schafer notó que el nivel de los sonidos de ambientes naturales, tales como el clima y los animales, variaba en forma de ciclos repetitivos. El equipo elaboró un diagrama rudimentario de nivel sonoro en función del tiempo, determinando las características acústicas más prominentes del paisaje sonoro en un período de tiempo de más de doce meses (figura 13).

**Figura 13: Los ciclos del paisaje sonoro natural de la costa oeste de la Colombia Británica (Canadá), mostrando los niveles relativos de los sonidos (tomado de Truax, B., 1984: 142).** Schafer concluyó que el intercambio oral entre las especies probablemente constituya una característica de los paisajes naturales.



Fuente: [www.eumus.edu.uy](http://www.eumus.edu.uy).

Además del balance rítmico del nivel sonoro que Schafer identificó en hábitats naturales, Krause, B., sugiere que también existe un balance manifiesto a lo largo del espectro de audio. La posibilidad de que exista un balance natural espectral se le ocurre a Krause durante sus largas estadias en ambientes salvajes, intentando grabar vocalizaciones de ciertas especies animales. Al escuchar atentamente el paisaje sonoro para captar sonidos específicos (muchas veces luego de esperas de hasta 30 horas en un mismo sitio), Krause notó que "cuando un pájaro canta o un mamífero o un anfibio emiten sonidos, parece que las voces encajaban en relación a todos los demás sonidos naturales, en términos de frecuencia y ritmo". (Krause, B., 1993).

Los mapas espectrográficos acústicos, transcritos luego de 2.500 horas de grabación, confirmaron sus sospechas: las vocalizaciones de animales e insectos tienden a ocupar pequeñas bandas de frecuencias dejando "nichos espectrales" (bandas de poca o ninguna energía), entre los cuales pueden encajar las vocalizaciones (fundamentales o formantes) de otros animales, pájaros o insectos. En la medida en que las áreas urbanas van creciendo, Krause sugiere que el ruido que las acompaña puede "bloquear" o "enmascarar" los nichos espectrales y, al no poder escuchar los llamados de las posibles parejas, puede derivar en la desaparición de alguna especie (Krause, B., 1993). Es muy poca la investigación que se ha hecho para confirmar La Hipótesis del Nicho de Krause (o la teoría de Schafer de que el intercambio ocurre en términos de niveles de sonido), pero un estudio reciente de la

Sociedad Real para la Protección de los Pájaros sugiere que los pájaros que viven cerca de las carreteras "no pueden oírse entre ellos, lo que tiene como consecuencia que sea difícil escuchar sus cantos y, así, establecer comunicación con potenciales parejas" (Barot, T., 1999).

En acústica, la palabra "enmascaramiento" tiene un significado muy especial. La importancia de este efecto en el paisaje sonoro es que mientras que los sonidos menos intensos generalmente no se enmascaran unos a otros (a menos que sus frecuencias estén muy cercanas), un paisaje sonoro hi-fi puede caracterizarse por la falta de enmascaramiento entre ruido y otros sonidos, con el resultado de que todos los sonidos de todas las frecuencias "pueden diferenciarse". La investigadora Hildegard Westerkamp, de la Universidad Simon Fraser expresa que, no existen "sonidos anónimos". La falta de enmascaramiento facilita la propagación de la "coloración acústica" causada por ecos y reverberaciones que ocurren en la medida en que el sonido se absorbe y se refleja en las superficies del entorno, y debido a efectos relacionados con factores climáticos, tales como temperatura, viento y humedad. La coloración resultante ofrece información significativa al oyente, proporciona conclusiones sobre la naturaleza física del medio ambiente y expresa su tamaño en relación al oyente. Esto suministra a los individuos un sentido de pertenencia, a medida que se mueven en la comunidad. Barry Truax, investigador de la Universidad Simón Fraser, maneja bien este concepto al afirmar "...el sonido que llega al oído es análogo al estado del medio ambiente físico, porque mientras la onda se desplaza, se va cargando con cada interacción con el medio ambiente". (Truax, B., 1984).

Otra característica del paisaje sonoro hi-fi de la revolución preindustrial es que el "horizonte acústico" se puede extender por muchos kilómetros. Por lo tanto, los sonidos que provienen de la propia comunidad del oyente pueden escucharse a considerable distancia, reforzando el sentido de espacio y localización y manteniendo la relación con el hogar. Este sentido se refuerza aún más cuando es posible escuchar sonidos que provienen de poblaciones adyacentes, estableciendo y manteniendo relaciones entre comunidades locales.

En el paisaje sonoro lo-fi, los sonidos con significado (así como cualquier coloración acústica asociada), pueden ser enmascarados de manera tal que se produzca una reducción del "espacio auditivo" de los individuos. En aquellos casos en que el efecto es tan pronunciado que un individuo no puede escuchar más los sonidos reflejados de su propio movimiento o voz, el espacio auditivo se ha reducido efectivamente hasta encerrar al individuo, aislando al oyente del medio ambiente. Si el enmascaramiento de los sonidos reflejados o directos es tan severo que un individuo no puede escuchar sus propios pasos, lo cual es común en las calles de muchas ciudades, "...el espacio auditivo de las personas se ha reducido por debajo de las proporciones humanas" (Truax, B., 1984). Bajo condiciones tan extremas, o bien el sonido se asfixia (en el sentido de que no se escuchan ciertos sonidos particulares), o bien los sonidos se funden y la información acústica se transforma en la anti-información: "ruido".

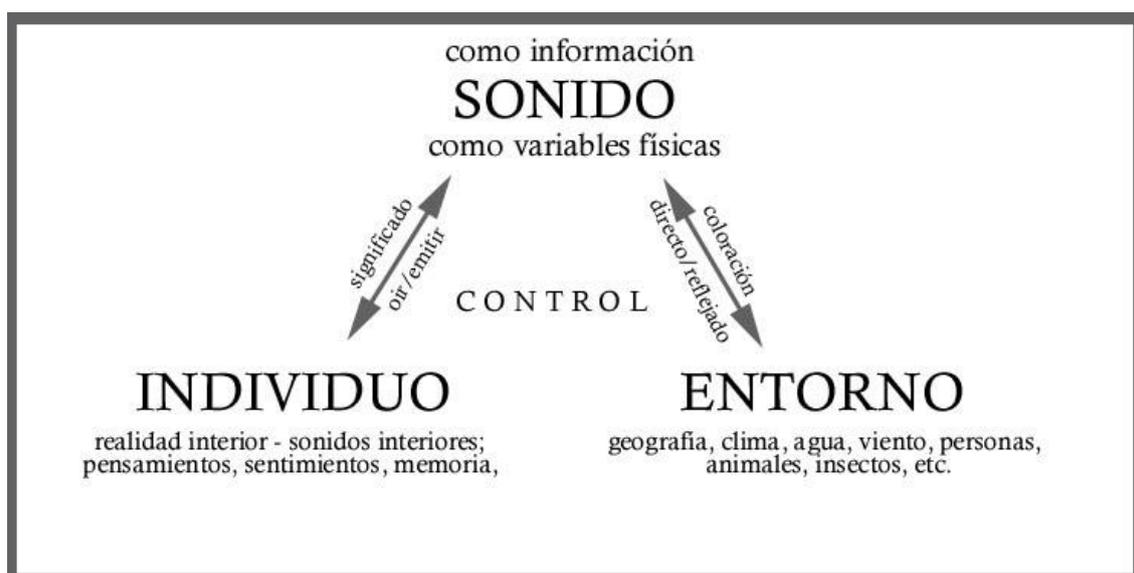
Mientras que el paisaje sonoro hi-fi es, como lo sugieren los ecologistas acústicos, un equilibrio entre nivel, espectro y ritmo, el paisaje sonoro lo-fi se caracteriza por un nivel casi constante. Esto crea una "pared sonora", Schafer, R. M., 1977, que aísla al oyente del medio ambiente. Espectralmente hablando, el paisaje sonoro lo-fi contemporáneo se desvía hacia el rango de bajas frecuencias, gracias a los motores y los sonidos relacionados con la corriente eléctrica. Debido a la existencia

de una sociedad de 24 horas, los ritmos de la rutina diaria se han erosionado en forma significativa en muchas localidades.

➤ **El paisaje sonoro y la sociedad.**

Al describir la capacidad del paisaje sonoro para transmitir información, Truax, en 1984, describe al sonido como el mediador entre el oyente y el medio ambiente. Esta relación se ilustra en la figura 14.

**Figura 14: La relación mediadora entre un individuo y el medio ambiente por medio del sonido (modificado de Truax 1984).** El sonido se debe considerar como una variable físico y de comunicación que relaciona al individuo con su entorno.



Fuente: [www.eumus.edu.uy](http://www.eumus.edu.uy)

A medida que el paisaje sonoro se deteriora, disminuye proporcionalmente la conciencia de las sutilezas del medio ambiente sonoro. Como resultado, el significado que el sonido tiene para el oyente en los paisajes sonoros contemporáneos tiende a polarizarse en dos extremos: "ruidoso" o "silencioso"; apreciable o no apreciable; bueno (me gusta) o malo (no me gusta). Comparemos este nivel de conciencia sonora con los hombres Kaluli de Papua Nueva Guinea, quienes, según Feld, pueden "... imitar el sonido de al menos 100 pájaros, pero muy pocos pueden proporcionar una descripción visual de una cantidad similar de ellos". En otras palabras, los sonidos del medio ambiente para la tribu Kaluli abarcan un continuo ofreciendo un ilimitado rango de sutilezas. (Feld, S., 1994).

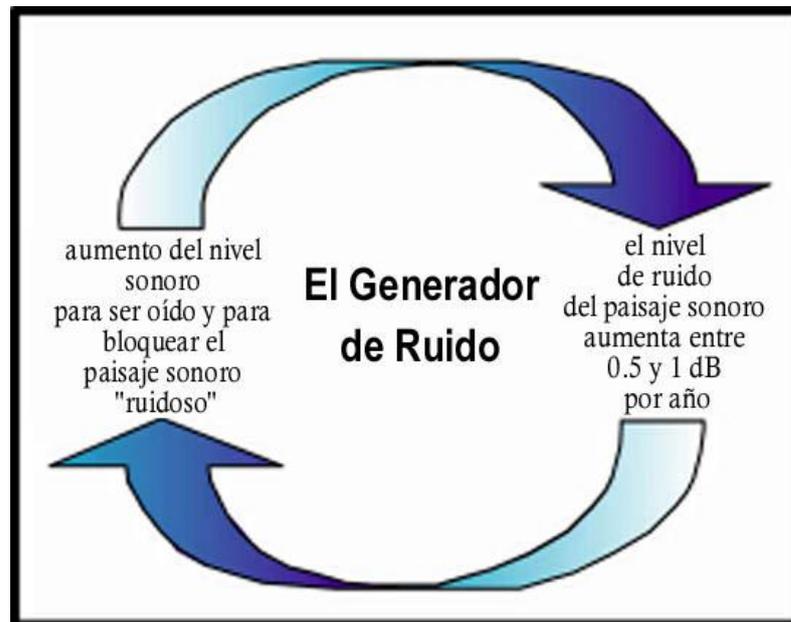
En el mundo desarrollado el sonido tiene menos significado y la posibilidad de experimentar sonidos "naturales" decrece con cada generación, debido a la destrucción de los hábitats naturales. El sonido se convierte en algo que el individuo trata de bloquear, antes que escuchar; el paisaje sonoro lo-fi, de baja información, no tiene nada que ofrecer. Como resultado, muchos individuos tratan de bloquearlo por medio de la instalación de ventanas dobles o de perfume acústico, la música. La música, el paisaje virtual, se usa en este contexto, como medio para controlar el medio ambiente acústico, en lugar de como su expresión natural. La transmisión de palabra y música suministra la misma oportunidad de control, transformando el medio ambiente acústico en un bien de consumo. Las redes, transmisores y satélites extienden la

comunidad acústica a todo el planeta, hecho que ha sido utilizado para acciones buenas y malas. Schafer denomina a este uso del sonido como "imperialismo acústico".

Una investigación sobre las actitudes públicas frente al ruido, realizada en 1993 en el Reino Unido, enumera a los "vecinos" y, específicamente, a las fuentes de transmisión o grabación de sonido (a las cuales Schafer llama sonido "esquizofónico") como la primera causa de irritación, destronando al tráfico del lugar número uno que ocupó por muchos años (Grimwood, C.J., 1993). Tal como informa Slapper: "A nivel nacional, los concejos reciben cerca de 300 quejas al día por ruidos inaceptables producidos por los vecinos " y algo que es aún más perturbador: "En los últimos cuatro años han muerto 18 personas", debido a disputas entre vecinos por ruidos molestos". (Slapper, G., 1996).

El significado psicológico del sonido utilizado como fuerza de control, como arma (ofensiva) o como barrera (defensiva) en contra del paisaje sonoro, es que el medio ambiente y la comunidad se convierten en el enemigo. Igual que en cualquier guerra, el medio ambiente se convierte en campo de batalla y sufre tanto como sus habitantes. Schafer calcula que la batalla entre la expresión sonora y el control ha ayudado a incrementar los niveles de sonido ambiental en alrededor 0.5 a 1 decibel por año, un "generador de ruido" como se ilustra en la figura 15.

**Figura 15: El generador de ruido.** La batalla entre la expresión sonora y el control ha ayudado a incrementar los niveles de sonido ambiental en alrededor 0.5 a 1 decibel por año.



Fuente: [www.eumus.edu.uy](http://www.eumus.edu.uy).

#### ➤ **Ruido interno.**

Si la comunidad y el ruido ambiental son los enemigos externos, el ruido de pensamientos y sentimientos no deseados representa el enemigo interno. El uso del sonido como un "audioanalgésico" (Schafer, R. M., 1977), una pared sonora usada para bloquear el incesante, y a menudo crítico, diálogo interno, así como las incómodas emociones que dicho diálogo revela, brinda la ilusión de poder dominar las

emociones. Un dogma básico de la psicoterapia es la noción que pensamientos y sentimientos no expresados pueden convertirse en acciones inapropiadas, que van desde un arranque de rabia por un hecho insignificante, hasta el tipo de incidentes horribles que cada día más frecuentemente ocupan las primeras páginas de los periódicos del mundo entero. A pesar de que los principios de la psicoterapéutica se conocen cada día más, aún predomina la creencia de que las emociones de alguna manera pueden ser controladas mediante la distracción.

El costo físico y psicológico de una emoción no expresada es una enfermedad epidémica relacionada con el estrés, que refleja la lucha por adaptarse a una nueva forma de vida, la velocidad, la vida de la ciudad cada día más comercial y agitada. El contraste entre el tipo de vida en pueblos y ciudades, comparado con las zonas rurales y tranquilas, es tal que Newman y Lonsdale, denominan a los moradores de las ciudades como *homo urbanus*. Las descripciones del "zumbido" de una ciudad se refieren frecuentemente a su ruido, así como a su velocidad y actividad (Newman, P. S, y Lonsdale, S., 1995). Mientras que la ciudad representa algarabía, las zonas rurales, las praderas y los espacios salvajes se han convertido para muchos en algo aburrido e, increíblemente, representan una desconexión con la vida, ya que la "vida" se asocia con el ruido y la actividad continuas. El corolario de esto es que los ambientes "silenciosos" y altamente diferenciados, características de los ambientes hi-fi, se equiparan con aburrimiento, conformidad, laxitud, falta de oportunidades "... y, lo más importante, "un sentimiento de estar fuera de alcance" (Newman, P. S, y Lonsdale, S., 1995). La expresión anterior es un ejemplo magistral de sofistería, ya que mientras se está "en contacto" con el ruido de las opiniones y la tecnología (objetividad), se devalúa o ignora la silenciosa realidad de cómo "yo" me siento ahora (subjetividad).

El ambiente hi-fi representa un profundo miedo psicológico para cualquiera cuyo propósito (consciente o inconsciente) sea evitar sus sentimientos. En una amplia gama de experimentos psicoterapéuticos, hemos vistos muchas veces, en uno mismo y en los demás, de cómo el permanecer silencioso tiende a hacer que las emociones salgan a la superficie. Como psicólogo, James Swan, nos dice: "Tan solo sentándose silenciosamente en esa atmósfera (un lugar silencioso) permite a la mayoría de las personas procesar una cantidad de emociones y problemas que no podían manejar." (Gallagher, W., 1993)

No es coincidencia que en arte y literatura se use a la naturaleza como símbolo de emoción: ambas son salvajes e incontrolables y la historia de la humanidad podría describirse en términos de la necesidad de dominarlas. Esta dominación ha tomado la forma de realidades efímeras construidas a lo largo de la vida, tal como es. En el caso de la naturaleza, la construcción se refiere a comunidades con fuerza motriz eléctrica, cuyo contenido efímero es función de su fuente de poder. La sociedad contemporánea no puede funcionar sin electricidad, si el obturador es apretado por la naturaleza, por terroristas o por el agotamiento de los recursos naturales, la sociedad colapsará. En lo que respecta a la emoción, las construcciones efímeras son los sonidos "esquizofónicos", las películas de televisión y eventualmente los trajes para la realidad virtual (data suits) y otras tecnologías cibersensoriales que están creando una realidad "virtual". Construida en la cima de la sociedad eléctrica, la ciberrealidad es dos veces más efímera, doblemente más frágil.

### ➤ **La ecología acústica hoy.**

Schafer sugiere que hay dos formas de mejorar el paisaje sonoro. Por un lado, incrementar la competencia sonológica por medio de un programa educativo que intente inculcar en las nuevas generaciones la valoración del sonido ambiental; él cree que con esto se podrá desarrollar un nuevo acercamiento al diseño, la segunda forma, que incorporará una valoración del sonido, reduciendo así la pérdida de energía que representa el ruido.

Las ideas de Schafer son loables. Sin embargo, es vital que los ecologistas acústicos no subestimen lo que Schafer está pidiendo; para poder oír, tenemos que parar o al menos reducir el ritmo, física y psicológicamente, transformándonos en seres humanos en vez de en "seres hacedores". "Esté aquí ahora", es uno de los principales mensajes que surge durante la década de los 60, y uno de los más importantes dogmas de la multitud de filosofías orientales que fueron importadas a occidente desde ese entonces. Para el homo urbanus, el parar y escuchar es un llamado vigoroso, aún cuando muchos lo siguen intentando. Para otros, el estar acá ahora, escuchando el paisaje sonoro, evaluando el paisaje sonoro, es un anatema. Porteus, J. D., en 1990, lo confirma en su crítica a las investigaciones originales del Proyecto Paisaje Sonoro Mundial, diciendo que los "expertos" siempre traen consigo su propia agenda. En este caso, dice, la agenda es que los individuos deberían evaluar el paisaje sonoro, específicamente uno balanceado; las encuestas de opinión pública, dice, indican que los individuos, los "inexpertos", no lo hacen.

El interés por la ecología acústica crece hoy en día, gracias a las actividades del Foro Mundial de Ecología Acústica (WFAE), fundado durante la Primera Conferencia Internacional sobre Ecología Acústica realizada en Banff, Alberta, Canadá, en agosto de 1993. El conocimiento de la ecología acústica, así como las actividades del Foro Mundial de Ecología Acústica se han comenzado a difundir a una audiencia más amplia por medio de boletines, de conferencias regulares desde 1993 y, más recientemente, con una lista de correo electrónico y un sitio en la red accesible a cualquiera que tenga ingreso a internet. Westerkamp, H., en 1995 informa que el Foro Mundial de Ecología Acústica ha conseguido representantes para su comité directivo en Europa, en la región Asia-Pacífico, en América Central y del Sur y en los Estados Unidos de América y que ha tenido una dirección internacional que funciona muy bien desde 1998.

En resumen, los valores defendidos por la ecología acústica, el valor de escuchar, la calidad del paisaje sonoro, constituyen valores que vale la pena difundir. Sin embargo, es vital que no subestimemos la magnitud de lo que estamos solicitando al final del siglo XX, más comercial y ruidoso, que la historia haya registrado e inicios de un siglo de similares características.

#### **1.14 ¿El sonido de la ciudad o la ciudad sonora? ¿Degradación de los paisajes sonoros?**

Las ciudades que habitamos, y que nos habitan, son una fuente sonora inagotable e inabordable. Del rumor continuo del tráfico al bullicio de las voces o el redoble de los pasos, infinidad de sonidos pueblan sin tregua cada rincón y cada instante. La ciudad susurra, murmura, dialoga, discute o grita, pero no calla. En ocasiones es el bullicio quien nos convoca, en otras su ausencia. Pero incluso el silencio de la noche o el de algún lugar aún recóndito está tejido por infinidad de resonancias lejanas. El espacio sonoro urbano está sometido a una paradoja. Por una

parte, sus limitados espacios abiertos semejan vacíos excavados en la masa compacta de lo construido; su espacio sonoro debiera estar fracturado, dividido en infinidad de pequeñas situaciones. Pero la urbe es un espacio reflectante por naturaleza, condicionado por la dureza de sus materiales y la tersura y rotundidad de sus formas. El resultado es el rumor, el murmullo homogéneo y continuo que caracteriza todo tejido urbano. De la misma forma que el mar o el viento confieren su voz y sus inflexiones a ciertos entornos naturales, la ciudad posee su propio modo de expresión, su propio continuo sonoro.

De todo este torrente continuo de información sonora solo somos capaces de retener una pequeña parte. Los criterios en función de los cuales operamos esta selección dependen en gran medida, del modo en el que escuchamos cuanto nos rodea. Una gran distancia media entre el simple «oír» distraído de un recorrido cotidiano y la «escucha tensa o atenta» de quien espera una señal. Nuestra capacidad de atención en estos entornos cotidianos responde con frecuencia a un modo de escucha distraído, pero alerta frente a cuanto pueda suponer una alteración de lo habitual.

Contrariamente a nuestra percepción visual, no podemos renunciar al sentido del oído, carecemos de «párpados auditivos». Nuestra escucha es además omnidireccional, y tanto diurna como nocturna. Es por ello que, consciente o inconscientemente, la escucha constituye a menudo nuestro primer acercamiento y modo de comprensión del entorno. No es en vano que nos servimos de ella como de un «radar» que nos informa de cuanto nos rodea y que nos indica en qué hemos de fijar nuestra atención, al tiempo que nos permite descartar muchas otras fuentes de información. Este comportamiento se acentúa en aquellos entornos que conocemos minuciosamente o que recorreremos con frecuencia.

Esta discriminación ejercida sobre cuanto oímos supone la existencia previa de un hábito, de un conjunto de elementos sonoros característicos que rara vez captan ya nuestra atención; son con frecuencia olvidados de inmediato, pero únicamente porque eran esperados, porque son parte indisoluble de un lugar. Estos elementos constituyen la identidad sonora de dicho lugar. Quien lo habita puede tal vez identificarlo, reconocerlo a través de los sonidos que lo caracterizan. Más aún, estos sonidos característicos le permiten integrarse emocionalmente en dicho lugar, es decir, sentirse parte de él, siendo capaz al mismo tiempo de hacerlo propio.

No podemos comprender la identidad de un lugar sin conocer primero de qué modo es habitado, recorrido y practicado un espacio. Análogamente, la identidad de cada persona estará vinculada en gran medida a los espacios que habite. Esta doble interacción nos permite comprender la identidad de un lugar como la expresión cualitativa de un espacio a través de sus modos de vida característicos.

Este vínculo indisoluble entre modos de habitar e identidad señala uno de los rasgos fundamentales de este concepto: su carácter evolutivo. No podemos restringir la identidad de un lugar a un sentido exclusivamente patrimonial, ni pretender fijarla en función de un período dado; la imagen identitaria no es de naturaleza universal, sino relativa, como fruto que es de una conciencia subjetiva, sea ésta individual o colectiva. Desde este punto de vista, todo fenómeno de identidad no es sino el resultado de la tensión que se establece entre una memoria sonora y una escucha futura o proyectada. Por una parte, nuestra experiencia sonora condiciona sin remedio, nuestra percepción. Pero por otra, dicha experiencia se modifica continua y progresivamente a medida que se transforma nuestro entorno. Es un proceso dinámico tanto en las

periodicidades cíclicas de cada día o de cada estación, como en la progresiva evolución social y espacial de un lugar. Esta naturaleza dinámica de la identidad sonora abre así sus puertas al proyecto urbano, pudiendo constituir no solo una herramienta de análisis de lo existente, sino también un instrumento de recuperación o proposición de nuevas configuraciones urbanas.

Cada fragmento del tejido urbano posee unos rasgos sonoros característicos que nos hablan de sus cualidades espaciales, de las temporalidades y de los usos que lo habitan. Estos rasgos constituyen su identidad ordinaria, cotidiana. El continuo sonoro de las ciudades no es un «ruido» neutro y arbitrario; el estudio de sus atributos compositivos constituye un análisis cualitativo de las diferentes configuraciones urbanas.

### 1.15 Bibliografía específica.

- Amphoux, P., 1991. Aux écoutes de la ville, Cresson. Rapport n° 94. Grenoble.
- André, M., Kamminga, C. and Ketten, D. Are Low Frequency Sounds a Marine Hazard? 1997. Journal of the Institute of Acoustics, ISBN:1 901656 08: 77-84.
- André, M., Kamminga, C. and Cohen, A. S. 1998. Deterministic and Probabilistic Structures in Odontocetes Sonar System. Proceedings of the Biological Sonar Conference, Calvoheiro, Portugal.
- André, M. & Kamminga, C. Rhythmic dimension of sperm whale echolocation click trains. A function of identification and communication. 2000. Journal of the Marine Biology Association UK. 80, 163-169.
- André, M. and Degollada, E. Effects of Shipping Noise on Sperm Whale Populations. 17 Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria, 2003.
- André, M., A. Supin, E. Delory, C. Kamminga, E. Degollada, J. M. Alonso. 2003. Evidence of deafness in a striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*. Aquatic Mammals, 29.1, 3–8.
- Augoyard, J.F., 1991. Les qualités sonores de la territorialité humaine. Architecture et comportement, N° 1, Vol. 7. pp. 13-23.
- Augoyard, J.F., 1978. Les pratiques d'habiter à travers les phénomènes sonores. Cresson. Rapport.
- Augoyard, J.F., Balay, O., Belle, O., Chelkoff, G., Rapport 1983. Sonorité, Sociabilité, Urbanité. Cresson.
- Backus, J., 1977. The Acoustical Foundation of Music (2ª Edición), Nueva York: W. W. Norton & Co.
- Balay, O., 1997. Les indicateurs de l'identité sonore d'un quartier. Cresson.
- Balay, O.; Bardin, J.; Regnault, C. y Arlaud, B., 1997. Les indicateurs de l'identité sonore d'un quartier. Contribution au fonctionnement d'un observatoire de l'environnement sonore à Lyon. Grenoble: Cresson.
- Barot, T., 1999. Songbirds forget their tunes in cacophony of road noise. The Sunday Times, 10 de enero 1999.
- Beck, U., Giddens A., Scott L., 1996: Reflexive Modernisierung, Frankfurt .
- Berlyne, D. E., 1974. Konflikt, Erregung, Neugier, Stuttgart.
- Berendt, J., 1988. The Third Ear, trd: T. Nevill, Nueva York: Henry Holt.
- Carles, J.L., Bernaldez, F.G. y De Lucio, J.V., 1992. Audiovisual interactions in soundscape preferences. Landscape Research.
- Carles, J.L. y López Barrio, I., 1989. El estudio de paisajes sonoros. ARBOR. CXXXII. (518-519); 95-110.
- Carles, J.L., 2003. La naturaleza humanizada. Dossier Música y Naturaleza. Revista Scherzo. Año XVIII n° 174. 122-126.

- Carles, J.L., 2003. La naturaleza ordenada. Dossier Música y Naturaleza. Revista Scherzo. Año XVIII nº 174. 130-136.
- Carles, J.L., López Barrio, I. y De Lucio, J.V., 1999. Sound influence in Landscape Values. Landscape and Urban Planning. 43 /4. 191-200.
- Carles, J.L. y López Barrio, I., 1996. Interacción imagen-sonido en la valoración del paisaje. Revista de Acústica. Número Extraordinario. Sociedad Española de Acústica. 277-281.
- Degollada, E., M. Arbelo, M. André, A. Blanco, A. Fernández - Preliminary Ear Analysis Report of the 2002 Canary Islands Ziphius Mass Stranding. 17 Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria, 2003.
- Emmerson, S., 1986. The relation of language to materials. En: The Language of Electroacoustic Music, editado por S. Emmerson. London: Macmillan.
- Evans, D.L., and England, G.R. (eds.) 2001. Joint Interim Report Bahamas Marine Mammal Stranding Event of 14-16 March 2000. Unpublished report to US Department of Interior. 61pp. Available at: [www.nmfs.noaa.gov/prot\\_res/overview/Interim\\_Bahamas\\_Report.pdf](http://www.nmfs.noaa.gov/prot_res/overview/Interim_Bahamas_Report.pdf).
- Evans, P.G.H., and Miller, L. (eds.) 2003. Active Sonar and Cetaceans. ECS Newsletter no. 42 (Special Issue): 60p.p
- Feld, S., 1994. From ethnomusicology to echo-muse-ecology. The Soundscape Newsletter Nº 8, Foro Mundial de Ecología Acústica, Universidad Simon Fraser, Burnaby, B.C., Canadá.
- Gallagher, W., 1993: The Power of Place, Nueva York: Harper Perennial.
- Grimwood, C. J., 1993: Effects of environmental noise on people at home. Building Research Establishment, Artículo Informativo Nº IP22/93, Diciembre 1993.
- Hawkins, M. M.: An exploratory study on response to sound (including noise) occurring in rural Hampshire and Wiltshire. 1980.
- Houser, D.S., Howard, R., and Ridgway, S. 2001. Can diving-induced tissue nitrogen supersaturation increase the chance of acoustically driven bubble growth in marine mammals? Journal of Theoretical Biology, 213: 183-195.
- Ipsen, D., 2002. Estudios y métodos del paisaje sonoro. Sociedad Finlandesa de etnomusicología. Pbul 9 y departamento de arte, literatura y música A51. Pag. 185 – 197. Helsinki, Finlandia.
- Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., y col., 2003. Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. Nature, Lond., 425: 575-576.
- Krause, B. L., 1993. The Niche Hypothesis: A hidden symphony of animal sounds, the origins of musical expression and the health of habitats. The Explorers Journal, Invierno 1993, pp 156-160.
- Krause, B. L., 2001. La desaparición de los paisajes sonoros naturales. implicaciones globales de sus efectos en los seres humanos y en otras especies. Conferencia presentada en el World Affairs Council de San Francisco, 31 de enero de 2001. Traducido y publicado por Juan- Gil. Disponible en internet <http://www.ecoitar.org/>
- López Barrio, I y Carles, J.L., 1995. Acoustic Dimensions oh Inhabited Areas: Quality Criteria. The Soundscape Newsletter, nº 10. 6-8.
- López Barrio, I y Carles J. L., 1997. La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos. Valencia, Fundación Bancaja.
- Lynch, K., 1985. La imagen de la ciudad. Barcelona. Gustavo Gili.
- Newman, P.S. y Lonsdale, S., 1996. The Human Jungle, Londres: Ebury Press.
- Popov, V. and Supin, A. 1990. Auditory brainstem responses in characterization of dolphin hearing. J. Comp. Physiol., 166:385-393.

- Porteous, J. D., 1990. Landscapes of the Mind, Toronto: U of T Press, pp 49-65.
- Richardson, W.J., Greene, Jr., C.R., Malme C.H., and Thomson, D.H. (eds.) 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego, CA. 576pp.
- Ridgway, S.H., Bullock, T., Carder, D., Seeley, R., Woods, D. and Galambos, R. 1981. Auditory brainstem response in dolphins, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 78:1943-1947.
- Schafer, R. M., 1967. Ear Cleaning. BMI Canadá.
- Schafer, R. M., 1969. The New Soundscape: A Handbook for the Modern Music Teacher, BMI, Canadá.
- Schafer, R. M., 1970. The Book of Noise. Wellington, New Zealand: Price Milburn.
- Schafer, R. M., 1973. The Music of the Environment. Vienna: Universal Edition.
- Schafer, R. M., 1977. The Tuning of the World, Nueva York: Knopf, publicado nuevamente en 1994 como The Soundscape, Destiny books, Rochester, Vermont.
- Schafer, R. M., 1977. European Sound Diary, Publicaciones ARC.
- Schafer, R. M., 1978. The Vancouver Soundscape, Publicaciones ARC.
- Schafer, R. M., 1978. Five Village Soundscapes, Publicaciones ARC.
- Schafer, R. M., 1993. Voices of Tyranny, Temples of Silence. Indian River, Ontario: Arcana Editions.
- Slapper, G., 1996. Let's try to keep the peace. In The Times, Abril 9.
- Southworth, M., 1969. The sonic environment of the cities. Environment and Behavior I (1) 49-70.
- Supin, A. and Popov, V. 1990. Frequency-selectivity of the auditory system in the bottlenose dolphin, Tursiops truncatus, in: Sensory Abilities of Cetaceans, Laboratory and Field Evidence, J.A. Thomas and R.A. Kastelein, eds., Plenum Press, N.Y., 385-393.
- Torigoe, K., 1982. A study of the World Soundscape Project. Toronto: York University, Tesis M.F.A.
- Truax, Barry. 1978. (ed.): (Editor R. M. Schafer), Handbook for Acoustic Ecology, Burnaby, and B.C. Canadá: Publicaciones ARC.
- Truax, Barry, 1984. Acoustic Communication, Nueva Jersey: Ablex Publishing.
- Westerkamp, H., 1981. Wilderness lake. Musicworks, nº 15, 20-21.
- Westerkamp, H., 1994. The soundscape on radio. En: Radio Rethink, editado por D. Augaitis & D. Lander. Banff, Alberta: Walter Phillips Gallery.
- Westerkamp, H., 1995 (ed.): The Soundscape Newsletter, Nº 10, Febrero 1995. Burnaby, B.C. Canadá: Foro Mundial de Ecología Acústica, Universidad Simon Fraser.
- Westerkamp, H., 1999. Speaking from Inside the Soundscape. En: From Awareness to Action, Proceedings from Stockholm Hey Listen! Conference on Acoustic Ecology, Junio 9-13, 1998, The Royal Swedish Academy of Music, Estocolmo, Suecia.
- Zapf, D., 1981. Inside the soundscape, the compositions of Hildegard Westerkamp. Musicworks, Nº 15, 5-8.
- <http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>
- [http://cvc.cervantes.es/artes/p\\_sonoros/](http://cvc.cervantes.es/artes/p_sonoros/)
- [http://cvc.cervantes.es/artes/p\\_sonoros/barrie](http://cvc.cervantes.es/artes/p_sonoros/barrie).
- <http://google.com>.
- <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/>
- [www.sonsdemar.eu](http://www.sonsdemar.eu).
- [www.eumus.edu.uy](http://www.eumus.edu.uy)
- [www.profesorenlinea.cl](http://www.profesorenlinea.cl)

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**



Independientemente que los efectos que origina la exposición a ruido se conocen desde épocas muy remotas, no es menos cierto que aún, con el conocimiento actual sobre el tema, no se han podido controlar eficazmente sus impactos negativos ya sea en el hombre o en el medio ambiente. Tanto a nivel local como internacional, los gobiernos han dedicado sus esfuerzos a fijar límites de exposición y no han abordado la problemática en forma integral, ya que no hay que olvidar que el hombre y el medio ambiente forman un todo y es sobre éste donde debemos actuar.

En un principio, la lucha contra el ruido no se consideró una prioridad en materia ambiental, a diferencia, por ejemplo, de la reducción de la contaminación atmosférica. Las consecuencias sobre la población eran menos espectaculares y la degradación de la calidad de vida era aceptada como una consecuencia directa del progreso tecnológico y la urbanización.

Las primeras medidas a nivel mundial consistieron en la fijación de los niveles máximos de ruido para ambientes laborales y determinados tipos de vehículos (coches, aviones) con el objetivo de controlar las pérdidas auditivas y a la realización del mercado único, respectivamente. A la normativa internacional se añadieron también marcos legislativos nacionales, sectoriales y/o locales.

Una evaluación del impacto de las medidas legislativas ha puesto de relieve una notable reducción del ruido emitido por determinadas fuentes. Así, el ruido causado por los vehículos particulares se ha reducido en un 85% desde 1970. Sin embargo, el problema del ruido ambiental sigue estando de actualidad, debido principalmente al aumento del tráfico. En relación a las pérdidas auditivas, se estima que a nivel mundial el número de personas con pérdida auditiva ha aumentado desde 120 millones, año 1995, a 250 millones, año 2004

Por otra parte, el impacto que el ruido provoca sobre el medio ambiente, tradicionalmente se ha investigado relacionando la exposición a ruido laboral y la pérdida auditiva que esto conlleva, dejando de lado el impacto que éste contaminante ocasiona en la calidad del medio ambiente, es decir sobre el hombre, el paisaje, la fauna, etc.

El estado actual del conocimiento entre la relación de la pérdida auditiva y la contaminación acústica aún presenta algunos interrogantes, los que se incrementan si a la exposición le sumamos otras variables como son: el tiempo de exposición y la edad, estado de salud, nivel hormonal, etc., de la persona expuesta; esto es lo que ha motivado la realización de esta investigación, con la que se pretende dar respuesta a estos interrogantes.

Una vez vistas las principales relaciones del sonido y el medio ambiente tras el desarrollo del capítulo I, más un conocimiento mayor de las posibles dimensiones de la

muestra y espacio a analizar que hemos ya en parte enunciado en la introducción de la tesis, más la idea de mantener las motivaciones que me impulsan a investigar este tema, nos encontramos en condiciones de presentar la hipótesis, objetivo general y objetivos específicos.

## **2.1 Objetivo general.**

A partir de la muestra analizada establecer un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, el cual permite adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que ella genera.

## **2.2 Objetivos específicos.**

- Analizar a nivel teórico la relación entre un individuo y el medio ambiente por medio del sonido.
- Conocer a nivel conceptual los fundamentos teóricos de la contaminación acústica a nivel de grandes espacios y/o infraestructuras.
- Inferir la relación entre contaminación acústica y pérdida auditiva en escenarios bien definidos.
- Diseñar una propuesta metodológica para dar respuesta al problema y comprobar la hipótesis.
- Aplicar el software STATA para el análisis descriptivo, exploratorio y uni y biviado de los datos.
- Inferir la relación entre tiempo de exposición a ruido y pérdida auditiva.
- Inferir la relación entre la edad de la persona expuesta a ruido y pérdida auditiva.
- Inferir la relación entre nivel de exposición a contaminación acústica y pérdida auditiva.
- Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual tiempo de exposición y diferentes niveles de contaminación acústica.
- Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual edad y diferentes tiempos y niveles de contaminación acústica.
- Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual tiempo de exposición y edad pero diferentes niveles de contaminación acústica.
- Establecer el peso relativo de las variables nivel de contaminación acústica, tiempo de exposición y edad de la persona expuesta.
- Conocer la distribución espacial del fenómeno analizado.
- Proponer ideas para la gestión del control de pérdida auditiva atribuible a contaminación acústica laboral.

## **2.3 Hipótesis.**

- Como la contaminación acústica incide en la duración y la calidad de vida de la población se le considera una carga de enfermedad que se manifiesta en pérdida de años de vida, hecho que se puede controlar mediante marcos regulatorios de gestión de ruido ambiental, los cuales contribuyen a disminuir, mitigar y controlar los impactos generados.

**CAPÍTULO III**  
**CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y**  
**ORDENAMIENTO TERRITORIAL**



El territorio urbano se enfrenta hoy a diversos problemas ambientales, producto del nivel y condición de desarrollo que a nivel mundial ha alcanzado, la resolución de las necesidades de transporte, energía, alimentación, tecnología y comunicación. Los costos derivados de estos procesos complejos y de los flujos de información, materia y energía, que se mueven desde y hacia las ciudades, implican a la vez un impacto en los territorios urbanos donde se satisfacen nuestras demandas, pero que a la vez producen efectos en contextos lejanos a través de diversas formas de contaminación: residuos sólidos, residuos líquidos, calor, erosión, contaminación acústica, etc..

Estos residuos no deseados, afectan también nuestra condición de habitabilidad. En otras palabras, perturban la calidad de vida e interfieren dentro de los procesos naturales que permiten la existencia de la vida: el aire que respiramos, el agua y los alimentos que ingerimos, el ruido ambiental que permite desarrollar nuestras actividades de descanso, laborales, sociales, culturales; factores que condicionan el territorio y la posibilidad de su utilización para la residencia, la actividad productiva, agraria, industrial, el deporte y la recreación y, en definitiva, para nuestro desarrollo pleno como sociedad.

### **3.1 Valor de la información ambiental en la planificación territorial.**

La planificación territorial permite el estudio de los factores y procesos presentes en el territorio para proyectarlos en una evolución futura. Por ello, es preciso tener acceso a niveles precisos de evaluación y/o diagnóstico de las variables existentes en los diversos espacios analizados.

La información ambiental aparece como un input imprescindible dentro de la tarea de recopilación de las características que posee el territorio, de manera de poder corregir, potenciar, disminuir o eliminar aquel “ruido” o elemento no deseado, que afecta los demás procesos de planificación.

Por otra parte, la información ambiental nos permite entender el territorio como sistema complejo e interconectado, detectando claramente los elementos, componentes, procesos y relaciones que inciden en su funcionamiento y características. Así, cada temática ambiental cuenta con una especificidad para ser detectada, posibilitando su control, determinando su concentración, adecuando los métodos de gestión de la misma y aplicando las medidas adecuadas para su resolución.

### **3.2 El sonido y el ruido como elemento del medio ambiente.**

El sonido es un elemento relevante de nuestro medio ambiente físico. La distancia entre sonido y ruido radica en la calificación negativa que hacemos de un sonido determinado. El ruido puede definirse, en forma simple, como todo sonido

molesto. Esta descripción implica ser consciente de las características propias del sonido: intensidad, frecuencia y duración. Dependiendo del comportamiento de cada una de ellas, por ejemplo, podrá hablarse de sonido o ruido. Así, un sonido muy fuerte, o muy agudo, poco armónico, muy persistente o muy intermitente, puede ser catalogado de ruido.

El sonido ambiente como valor y patrimonio ambiental es estudiado por expertos, científicos y músicos en muchos lugares del mundo. A pesar de ser una materia nueva, se ha instalado la idea que el entorno sonoro es un valor ambiental. Es entendible con cierta facilidad que en la concepción de los espacios urbanos, por ejemplo, se deba incorporar el sonido como un elemento de diseño. Hablamos de sonidos agradables que constituyen elementos protagonistas de un espacio (como las fuentes de agua), hasta el resguardo de los niveles de ruido que permitan que las actividades comunes de las personas se lleven a cabo saludablemente (caminar por una calle muy transitada sin soportar altos niveles de ruido, por ejemplo).

Desde el punto de vista de la gestión ambiental, el ruido es una variable obligada en la mayoría de los estudios de impacto ambiental y en el diseño de nuevos proyectos y espacios.

### **3.3 Mapas de ruido**

Los mapas de ruido son una representación gráfica del perfil de ruido de un área geográfica determinada, en la cual los niveles sonoros se indican como curvas de nivel, de manera similar a los contornos topográficos en un mapa convencional, o las curvas isotérmicas en un mapa meteorológico. Adicionalmente, estos mapas también pueden indicar cómo varía la distribución espacial de los niveles de ruido a lo largo del tiempo. Pueden elaborarse en base a mediciones de campo, mediante modelización de la propagación del ruido o combinando ambas metodologías. La elección de la metodología a emplear dependerá del objetivo del estudio, las características de las fuentes de ruido y la zona en estudio, y la información disponible.

Mediante el empleo de mapas de ruido se pueden definir zonas aptas para distintos usos y construcciones, de acuerdo a los niveles de ruido ambiente. Los mapas de ruido son un método efectivo y relativamente económico de manejo, administración y manipulación de datos referidos al ruido y constituyen herramientas fundamentales de gestión, planificación y control del ruido ambiental. Hacen que se reconozcan fácilmente áreas de alta exposición al ruido donde se requieren acciones, y áreas menos expuestas donde el ruido no debe incrementarse.

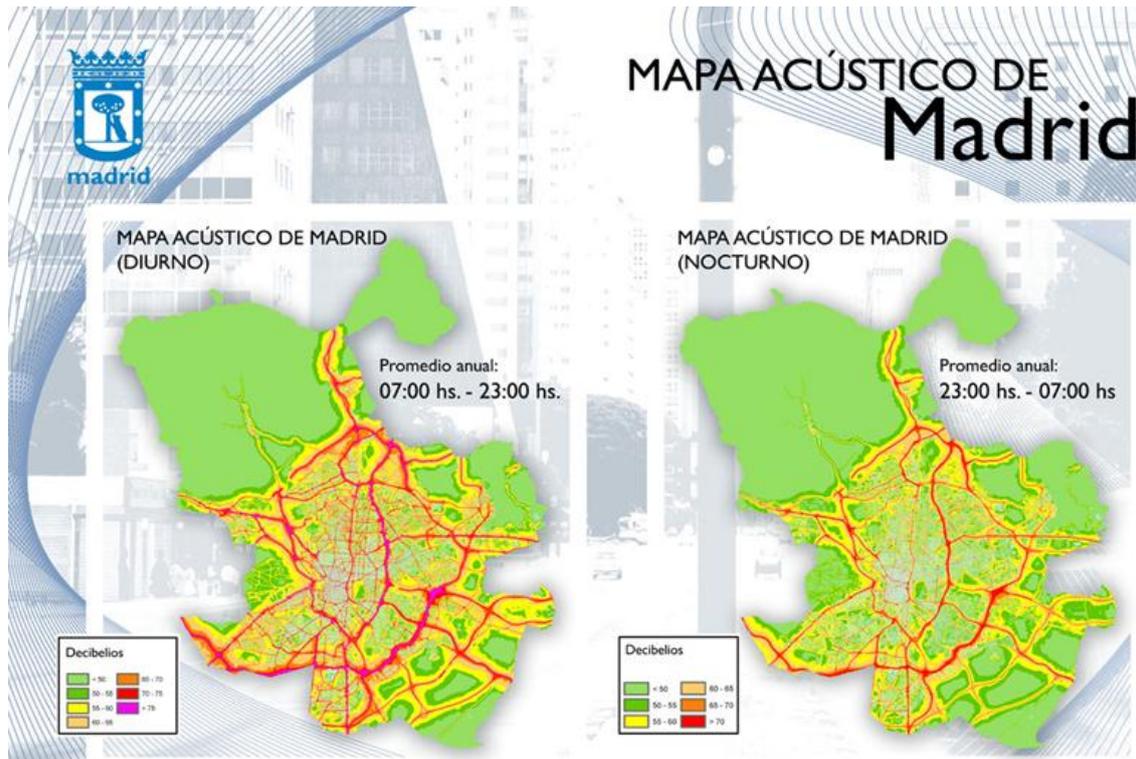
La finalidad o el propósito con el que se realizará un mapa de ruido determinarán, en gran medida, el tipo de mediciones a realizar. Algunos objetivos típicos pueden ser:

- Estimar la exposición al ruido de los habitantes de una región determinada.
- Comparar los niveles sonoros medidos con los niveles especificados en normas o legislaciones.
- Determinar la necesidad de aplicar o extender medidas de control de ruido.

Un mapa de ruido entrega información visual del comportamiento acústico de un área geográfica (barrio, pueblo, ciudad, región, país), en un momento determinado. Es un conjunto de mediciones o modelaciones de ruido, distribuidas adecuadamente

en el espacio y en el tiempo, que debe reflejar la situación acústica característica del lugar. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas (figura 16).

**Figura 16: Mapa de ruido de la ciudad de Madrid.** El número de personas expuestas a niveles superiores a 65 decibeles A, objetivo de calidad fijado en la legislación española en período diurno, se acerca a 182.200, lo que representa el 5,6% de los habitantes. En período nocturno, el porcentaje se eleva al 20%, con 665.400 personas expuestas a más de 55 decibeles A, objetivo para la noche. O sea, 94,4% de los madrileños están en situación razonable de día, y el 80% de noche.



Fuente: <http://madridairio.es>

A pesar que desde los años sesenta se están realizando mapas de ruido, el verdadero interés internacional por utilizar obligatoriamente estas cartografías solo se manifestó claramente en 1996, en el Libro Verde de Lucha Contra el Ruido. La Unión Europea considera a los mapas de ruido como una técnica efectiva y relativamente barata para conocer la evaluación de datos acústicos, como vía de información al público y como herramienta básica de planificación. La presentación de valores de exposición al ruido en un mapa coloreado permite reconocer fácilmente los diferentes niveles de ruido e identificar las zonas donde es necesario actuar, y aquellas zonas tranquilas, donde se debe evitar el aumento de la exposición sonora.

La Organización Mundial de la Salud también reconoce a los mapas de ruido como un componente crucial en la creación de planes de reducción de ruido. Además, sugiere que deben ser llevados a cabo mapas de ruido para todas las fuentes que impacten a la comunidad (tráfico, aviones, trenes, industria, obras, festivales y actividad humana en general).

Al hablar de mapas de ruido, la referencia obligada es la aparición en junio de 2002 de la Directiva 2002/49/CE sobre Evaluación y Gestión de Ruido Ambiental del

Parlamento Europeo y del Consejo. Este documento establece un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental. Con este fin, el documento define que:

- a) debe determinarse la exposición al ruido ambiental mediante la elaboración de mapas de ruidos,
- b) se debe poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos, y
- c) se debe adoptar planes de acción que sean definidos a partir de los resultados de los mapas de ruidos.

### **3.4 Directiva 2002/49 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.**

En la Directiva 2002/49 se define mapa de ruido como la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido,

en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador. Un mapa estratégico de ruido es aquel diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

Esta Directiva tiene por objeto establecer un enfoque común destinado a de la exposición al ruido ambiental. Con este fin, se aplicarán progresivamente las medidas siguientes:

- a) la determinación de la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros;
- b) poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos;
- c) la adopción de planes de acción por los Estados miembros, tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

Asimismo, tiene por objeto sentar unas bases que permitan elaborar medidas comunitarias para reducir los ruidos emitidos por las principales fuentes, en particular vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carretera, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles

La presente directiva se aplicará al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas en una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido. Por otra parte, no se aplicará al ruido producido por la propia persona expuesta, por las actividades domésticas, por los vecinos, en el lugar de trabajo ni en el interior de medios de transporte, así como tampoco a los ruidos debidos a las actividades militares en zonas militares.

En la Directiva 2002/49, se entregan una serie de definiciones que permitirán tener un lenguaje común lo que facilitará su aplicación a los diferentes países miembros, entre las cuales tenemos las siguientes:

- a) ruido ambiental: el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.
- b) efectos nocivos: los efectos negativos sobre la salud humana.
- c) molestia: el grado de molestia que provoca el ruido a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.
- d) indicador de ruido: una magnitud física para describir el ruido ambiental, que tiene una relación con un efecto nocivo.
- e) evaluación: cualquier método que permita calcular, predecir, estimar o medir el valor de un indicador de ruido o el efecto o efectos nocivos correspondientes.
- f) aglomeración: la porción de un territorio, delimitado por el Estado miembro, con más de 100 000 habitantes y con una densidad de población tal que el Estado miembro la considera zona urbanizada.
- g) zona tranquila en una aglomeración: un espacio, delimitado por la autoridad competente, que, por ejemplo, no está expuesto a un valor de  $L_{den}$ , o de otro indicador de ruido apropiado superior a un determinado valor, que deberá determinar el Estado miembro, con respecto a cualquier fuente emisora de ruido.
- h) zona tranquila en campo abierto: un espacio, delimitado por la autoridad competente, no perturbado por ruido del tráfico, la industria o actividades recreativas.
- i) valor límite: un valor de  $L_{den}$  o  $L_{night}$ , o en su caso  $L_{day}$  y  $L_{evening}$ , determinado por el Estado miembro, que, de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas. Los valores límite pueden variar en función de la fuente emisora de ruido (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta vulnerabilidad al ruido de los grupos de población, y pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia la fuente de ruido o el uso dado al entorno).
- j) planes de acción: los planes encaminados a afrontar las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida la reducción del ruido si fuere necesario.
- k) planificación acústica: el control del ruido futuro mediante medidas planificadas, como la ordenación territorial, la ingeniería de sistemas de gestión del tráfico, la ordenación de la circulación, la reducción del ruido con medidas de aislamiento acústico y la lucha contra el ruido en su origen.
- l) población: una o más personas físicas o jurídicas y, con arreglo a la legislación o práctica nacionales, sus asociaciones, organizaciones o grupos.

#### **3.4.1 Indicadores de ruido y métodos de evaluación.**

El nivel de ruido global durante el día, la tarde y la noche,  $L_{den}$ , es un indicador utilizado para determinar la molestia vinculada a la exposición al ruido; el nivel sonoro durante la noche,  $L_{night}$ , es un indicador que determina las alteraciones del sueño. Los indicadores de ruido  $L_{den}$  y  $L_{night}$  se utilizan en la elaboración de mapas de ruido estratégicos.

➤ **Nivel día-tarde-noche  $L_{den}$**

El nivel día-tarde-noche  $L_{den}$  en decibelios (dB) se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 101g \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Donde:

- $L_{day}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año,
- $L_{evening}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos vespertinos de un año,
- $L_{night}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año,

Donde:

- al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 horas y a la noche 8 horas. Los Estados miembros pueden optar por reducir el período vespertino en una o dos horas y alargar los períodos diurno y/o nocturno en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que faciliten a la Comisión información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto,
- el Estado miembro decidirá cuándo empieza el día (y, por consiguiente, cuándo empiezan la tarde y la noche) y esa decisión deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido; los valores por defecto son 7.00-19.00, 19.00-23.00 y 23.00-7.00 (hora local),
- un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas,

y donde:

- el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda (en general, ello supone una corrección de 3 dB en caso de medición).

La altura del punto de evaluación de  $L_{den}$  depende de la aplicación:

- cuando se efectúen cálculos para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades de edificios, los puntos de evaluación se situarán a  $4,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  (3,8 m-4,2 m) de altura sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta; a tal efecto, la fachada más expuesta será el muro exterior más próximo situado frente a la fuente sonora; en los demás casos, podrán decidirse otras opciones,
- cuando se efectúen mediciones para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades

de edificios, podrán escogerse otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m,

- en las demás aplicaciones, como la planificación acústica y la determinación de zonas ruidosas, podrán elegirse otras alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo; algunos ejemplos:
- zonas rurales con casas de una planta, la preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas,
- un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

➤ **Indicador de ruido en período nocturno  $L_{nigh}$**

El indicador de ruido en período nocturno  $L_{night}$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año.

Donde:

- la noche dura 8 horas,
- un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas,
- el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente,
- el punto de evaluación es el mismo que en el caso de  $L_{den}$ .

Finalmente, en algunos casos, además de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ , y cuando proceda  $L_{day}$  y  $L_{evening}$ , puede resultar conveniente utilizar indicadores de ruido especiales con los valores límite correspondientes. Por ejemplo:

- La fuente emisora de ruido considerada sólo está activa durante una pequeña fracción de tiempo (por ejemplo, menos del 20 % del tiempo durante todos los períodos diurnos, vespertinos o nocturnos de un año),
- El número de casos en que se emite ruido es, en uno o más de los períodos considerados, en promedio muy bajo (por ejemplo, menos de un caso por hora, entendiéndose por caso un ruido que dura menos de cinco minutos, por ejemplo el ruido del paso de un tren o de un avión), el contenido en bajas frecuencias del ruido es grande,
- $L_{amax}$  o SEL [nivel de exposición sonora (sound exposure level)] para la protección durante el período nocturno en caso de incrementos bruscos de ruido,
- Hay protección adicional durante el fin de semana o en un período concreto del año,
- Hay protección adicional durante el período diurno,
- Hay protección adicional durante el período vespertino,
- Se da una combinación de ruidos procedentes de fuentes distintas,
- Se trata de zonas tranquilas en campo abierto,
- El ruido contiene componentes tonales fuertes,
- El ruido tiene carácter impulsivo

### ➤ Evaluación de los efectos nocivos.

Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población. Las relaciones dosis-efecto se referirán en particular a lo siguiente:

- la relación entre las molestias y los valores de  $L_{den}$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,
- la relación entre las alteraciones del sueño y los valores de  $L_{night}$  por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

En caso necesario, podrán presentarse relaciones dosis-efecto específicas para:

- viviendas con aislamiento especial contra el ruido,
- viviendas con fachada tranquila,
- distintos climas o culturas,
- grupos de población vulnerables,
- ruido industrial tonal,
- ruido industrial impulsivo y otros casos especiales.

Por otra parte, indicaba que a más tardar el 18 de julio de 2005, los Estados miembros debían comunicar a la Comisión informaciones relativas a los valores límite pertinente, vigente o previsto, expresados en  $L_{den}$  o  $L_{night}$  y, llegado el caso, en  $L_{day}$  y  $L_{evening}$  respecto al ruido del tráfico rodado, aéreo y ferroviario y el ruido industrial.

### ➤ Cartografiado estratégico del ruido.

Un mapa estratégico de ruido permite evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona sometida a distintas fuentes de ruido, así como realizar predicciones generales para dicha zona. Los mapas estratégicos deben cumplir con prescripciones mínimas descritas en el Anexo IV de la Directiva, éstas son:

1. Un mapa estratégico de ruido es la representación de los datos relativos a alguno de los aspectos siguientes:
  - situación acústica existente, anterior o prevista expresada en función de un indicador de ruido,
  - rebasamiento de un valor límite,
  - número estimado de viviendas, colegios y hospitales en una zona dada que están expuestos a valores específicos de un indicador de ruido,
  - número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.
2. Los mapas estratégicos de ruido pueden presentarse al público en forma de:
  - gráficos,
  - datos numéricos en cuadros,
  - datos numéricos en formato electrónico.
3. Los mapas estratégicos de ruido para aglomeraciones harán especial hincapié en el ruido procedente de:

- el tráfico rodado,
- el tráfico ferroviario,
- los aeropuertos,
- lugares de actividad industrial, incluidos los puertos.

4. El cartografiado estratégico del ruido servirá de:

- base para los datos que deben enviarse a la Comisión con arreglo al apartado 2 del artículo 10 y el anexo VI,
- fuente de información destinada al público con arreglo al artículo 9,
- fundamento de los planes de acción con arreglo al artículo 8.

A cada una de estas funciones corresponde un tipo distinto de mapa estratégico de ruido.

5. En los puntos 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 y 2.7 del anexo VI se establecen los requisitos mínimos para los mapas estratégicos de ruido en relación con los datos que deben enviarse a la comisión.

6. Por lo que se refiere a la información a la población con arreglo al artículo 9 y a la elaboración de los planes de acción en virtud de su artículo 8, se debe proporcionar información adicional y más detallada, por ejemplo:

- una representación gráfica,
- mapas que indiquen los rebasamientos de un valor límite,
- mapas de diferencias que comparen la situación vigente con posibles situaciones futuras,
- mapas que presenten el valor de un indicador de ruido a una altura de evaluación distinta de 4 m, en caso necesario.

Los estados miembros pueden establecer normas sobre el tipo y formato de esos mapas de ruido.

7. Se elaborarán mapas estratégicos de ruido de aplicación local o nacional correspondientes a una altura de evaluación de 4 m y a rangos de valores de  $L_{den}$  y  $L_{night}$  de 5 dB como establece el anexo VI.

8. Con respecto a las aglomeraciones urbanas, se elaborarán mapas estratégicos especiales sobre el ruido del tráfico rodado, del tráfico ferroviario, del tráfico aéreo y de la industria. Pueden elaborarse también mapas sobre otras fuentes.

9. La comisión puede establecer orientaciones con indicaciones más amplias sobre los mapas de ruido, su elaboración, y los programas informáticos de cartografiado, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 13.

A más tardar el 18 de julio de 2005, los estados miembros debían hacer públicas las informaciones relativas a las autoridades y entidades responsables de la elaboración y, en su caso, aprobación de los mapas de ruido estratégicos.

A más tardar el 30 de junio de 2005, y después cada cinco años, los estados miembros deben informar a la comisión de los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, los grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere

los 60.000 trenes al año, los grandes aeropuertos y las aglomeraciones de más de 250.000 habitantes presentes en su territorio. A más tardar el 30 de junio de 2007, deberán haberse elaborado y, en su caso, aprobado mapas estratégicos de ruido sobre la situación del año anterior respecto de los alrededores de las infraestructuras y de las aglomeraciones indicadas anteriormente.

A más el 31 de diciembre de 2008, los estados miembros deben informar a la comisión de todas las aglomeraciones de más de 100.000 habitantes y de todos los grandes ejes viarios y ferroviarios presentes en su territorio. A más tardar el 30 de junio de 2012 y después cada cinco años, deberán elaborarse y, en su caso, aprobarse los mapas de ruido estratégicos sobre la situación del año anterior para esas aglomeraciones y ejes.

Los mapas de ruido deben revisarse y, en su caso, modificarse cada cinco años.

➤ **Planes de acción.**

Los planes de acción tienen por objeto afrontar las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida la reducción del ruido si fuera necesario. Deben cumplir las siguientes prescripciones mínimas:

1. Los planes de acción incluirán, como mínimo, los elementos siguientes:
  - descripción de la aglomeración, los principales ejes viarios, los principales ejes ferroviarios o principales aeropuertos y otras fuentes de ruido consideradas,
  - autoridad responsable,
  - contexto jurídico,
  - valores límite establecidos,
  - resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido,
  - evaluación del número estimado de personas expuestas al ruido, determinación de los problemas y las situaciones que deben mejorar,
  - relación de las consultas públicas organizadas,
  - medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación,
  - actuaciones previstas por las autoridades competentes para los próximos cinco años, incluidas medidas para proteger las zonas tranquilas,
  - estrategia a largo plazo,
  - información económica (si está disponible): presupuestos, evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios,
  - disposiciones previstas para evaluar la aplicación y los resultados del plan de acción.
  
2. Algunas medidas que pueden prever las autoridades dentro de sus competencias son por ejemplo las siguientes:
  - regulación del tráfico,
  - ordenación del territorio,
  - aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras,
  - selección de fuentes más silenciosas,
  - reducción de la transmisión de sonido,
  - medidas o incentivos reglamentarios o económicos.

3. Los planes de acción recogerán estimaciones por lo que se refiere a la reducción del número de personas afectadas (que sufren molestias o alteraciones del sueño, etc.).
4. La comisión puede elaborar orientaciones para brindar indicaciones más amplias sobre los planes de acción

Las medidas concretas de los planes de acción quedan a discreción de las autoridades competentes pero deben afrontar en particular las prioridades que puedan determinarse como consecuencia de la superación de determinados valores límite o según otros criterios elegidos por los Estados miembros y deben aplicarse, en particular, a las zonas más importantes establecidas de acuerdo con los mapas estratégicos de ruido.

A más tardar el 18 de julio de 2005, los estados miembros deben hacer públicas las informaciones relativas a las autoridades y organismos responsables de la elaboración y, en su caso, aprobación de los planes de acción.

A más tardar el 18 de julio de 2008, deberán haberse elaborado los planes de acción para los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, los ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, los grandes aeropuertos y las aglomeraciones con más de 250.000 habitantes. A más tardar el 18 de julio de 2013, deben elaborarse planes de acción para el conjunto de grandes aglomeraciones y de grandes aeropuertos, ejes viarios y ejes ferroviarios.

Los planes de acción se revisarán cuando se produzca un cambio importante de la situación existente del ruido y, en cualquier caso, cada cinco años.

➤ **Información de los ciudadanos.**

Los estados miembros deben velar por que, antes de que se aprueben los planes de acción, se realice una consulta pública y se tengan en cuenta sus resultados.

Los estados miembros deben velar por que los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción sean públicamente accesibles de conformidad con los Anexos IV y V de la Directiva 2002/49/CE y con lo dispuesto en la directiva sobre libertad de acceso a la información en materia de medio ambiente.

La información debe ser clara, inteligible y fácilmente accesible y deberá incluir un resumen en el que se recogerán los puntos principales.

➤ **Informes sobre la directiva.**

La información que debe comunicarse a la comisión es la siguiente:

**1. Sobre las aglomeraciones.**

- 1.1 Breve descripción de la aglomeración: ubicación, dimensiones, número de habitantes.
- 1.2 Autoridad responsable.

- 1.3 Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes.
- 1.4 Métodos de medición o cálculo empleados.
- 1.5 Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales. Las cifras se redondearán a la centena más próxima (por ejemplo: 5 200 = entre 5 150 y 5 249 personas; 100 = entre 50 y 149 personas; 0 = menos de 50 personas).

Además debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, es decir, aislamiento especial de un edificio contra uno o varios tipos de ruido ambiental, junto con instalaciones de ventilación o aire acondicionado que permiten mantener un alto grado de aislamiento contra el ruido ambiental,
- una fachada tranquila, es decir, la fachada de una vivienda donde el valor de  $L_{den}$  a una altura de cuatro metros sobre el nivel del suelo y a una distancia de dos metros de la fachada, para el ruido emitido por una fuente específica, es inferior en más de 20 dB al de la fachada con el valor más alto de  $L_{den}$ .

Se explicará también la contribución a esos resultados de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos correspondientes a la definición del artículo 3.

- 1.6 El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{night}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales. Estos datos podrán evaluarse asimismo para el rango 45-49 antes de la fecha prevista en el apartado 1 del artículo 11.

Además, debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5,
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.

Se explicará también la contribución a esos resultados de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos.

- 1.7 En caso de presentación gráfica, los mapas estratégicos deberán presentar, como mínimo, las curvas de nivel de 60, 65, 70 y 75 dB.
- 1.8 Un resumen del plan de acción, de una extensión máxima de 10 páginas, que aborde los aspectos pertinentes a que se refiere el anexo V.

## **2. Sobre los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos.**

- 2.1 Descripción general del eje viario, del eje ferroviario o del aeropuerto: ubicación, dimensiones y datos sobre el tráfico.
- 2.2 Caracterización del entorno: aglomeraciones, pueblos, campo, etc., información sobre la utilización del suelo y sobre otras fuentes importantes de ruido.
- 2.3 Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes contra el ruido.
- 2.4 Métodos de medición o cálculo empleados.
- 2.5 El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de las aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Además, debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas, dentro de cada una de las mencionadas categorías, cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5,
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.

- 2.6 El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de las aglomeraciones cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{night}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Estos datos podrán evaluarse asimismo para el rango 45-49 antes de la fecha prevista en el apartado 1 del artículo 11.

Además debería indicarse, si el dato se conoce y es pertinente, el número de personas dentro de esas categorías cuya vivienda dispone de:

- aislamiento especial contra el ruido correspondiente, según la definición del punto 1.5;
- una fachada tranquila, según la definición del punto 1.5.

- 2.7 La superficie total (en km<sup>2</sup>) expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenares) y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas. En esas cifras se incluirán las aglomeraciones.

Las curvas de nivel correspondientes a 55 dB y a 65 dB figurarán también en uno o varios mapas, que incluirán información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

- 2.8 Un resumen del plan de acción, de una extensión no superior a 10 páginas, que aborde los aspectos pertinentes indicados en el anexo V.

### **3 Orientaciones.**

La comisión, conforme al apartado 2 del artículo 13, podrá elaborar orientaciones para brindar indicaciones más amplias sobre la comunicación de toda esta información. El 10 de marzo de 2004, la comisión remitió al parlamento y al consejo un informe sobre las medidas comunitarias vigentes relativas a las fuentes de ruido ambiental.

Por lo tanto, los estados miembros deben recopilar los mapas de ruido y los planes de acción. Deben enviar a la comisión la información incluida en los mapas de ruido y un resumen de los planes de acción. Cada cinco años, la comisión debe publicar un informe de síntesis sobre los datos recogidos en los mapas de ruido y los planes de acción. El primer informe debe presentarse el 18 de julio de 2009.

A más tardar el 18 de julio de 2009, la comisión debe presentar al parlamento y al consejo un informe sobre la aplicación de la directiva. En el informe se evaluará en particular la necesidad de llevar a cabo otras acciones comunitarias en relación con el ruido ambiental y, si resulta conveniente, se propondrán estrategias de aplicación. Incluirá una revisión de la calidad acústica ambiental en la comunidad. El informe debe revisarse cada cinco años.

#### **3.4.2 Aplicación Directiva 2002/49/CE.**

Antes del año 2007 los países de la Unión Europea debieron elaborar mapas de ruido estratégicos de todas las ciudades con más de 250.000 habitantes y los grandes ejes viarios (tráfico vehicular, ferroviario, aeropuertos). También se estableció un plazo máximo hasta el 30 de junio de 2012, y después cada cinco años, para que se hayan elaborado y aprobado mapas estratégicos de todas las aglomeraciones urbanas y a todos los grandes ejes viarios. A continuación presentaremos a modo de ejemplo los resultados de los mapas estratégicos de ruido exigidos por la Directiva de las ciudades de Zaragoza, Valencia y Vigo, así como también, los planes de acción que de ellos se han derivado.

- **Mapa estratégico de ruido ciudad de Zaragoza.**

El mapa de ruido elaborado permite, no sólo disponer de un diagnóstico acústico del municipio, sino también identificar las zonas de actuación acústica prioritaria e identificar los focos de ruido principales en la configuración del ambiente sonoro de Zaragoza y sobre los que hay que actuar para mejorar la calidad acústica

del municipio. La figura 17 muestra uno de los mapas estratégico realizado en la ciudad de Zaragoza. Desde este planteamiento, gran parte de la información necesaria para el desarrollo del plan de acción se extrae del mapa de ruido.

**Figura 17: Mapa de ruido de la ciudad de Zaragoza. Nivel equivalente día (NED) y Nivel equivalente noche (NED):** corresponden a la expresión en un solo número del valor del ruido en un determinado punto entre las 7:00 y las 23:00 y entre las 23:00 y las 7:00 h respectivamente. (La Ley del Ruido incorpora el indicador  $L_{DEN}$  que corresponde al valor equivalente del ruido en un punto en 24 horas penalizando las horas vespertinas con +5 dBA y las nocturnas con +10 dBA)



Fuente: <http://zaragoza.es>

No obstante, el plan de acción contra el ruido presenta un enfoque más amplio y desarrollará los siguientes aspectos:

- Objetivos generales para la gestión del ruido en la ciudad: Estrategia para la gestión del ruido
- Medios y herramientas necesarias y disponibles para dar respuesta al plan.
- Interrelaciones del ruido con otros elementos que definen la ciudad.
- Posibles actuaciones para la lucha contra el ruido.
- Acciones a corto plazo: responsables, presupuestos y mejoras

El desarrollo de estos aspectos va a conllevar una serie de tareas y tomas de decisiones asociadas al Plan:

- Definir el modelo de ciudad de Zaragoza: objetivos de calidad ambiental de la ciudad.
- Desarrollo del sistema de gestión de ruido de Zaragoza: responsables del seguimiento de la calidad y del establecimiento de las relaciones entre los distintos departamentos y administraciones relacionadas con el ruido.
- Medios, herramientas y presupuestos a disposición del Plan de Acción

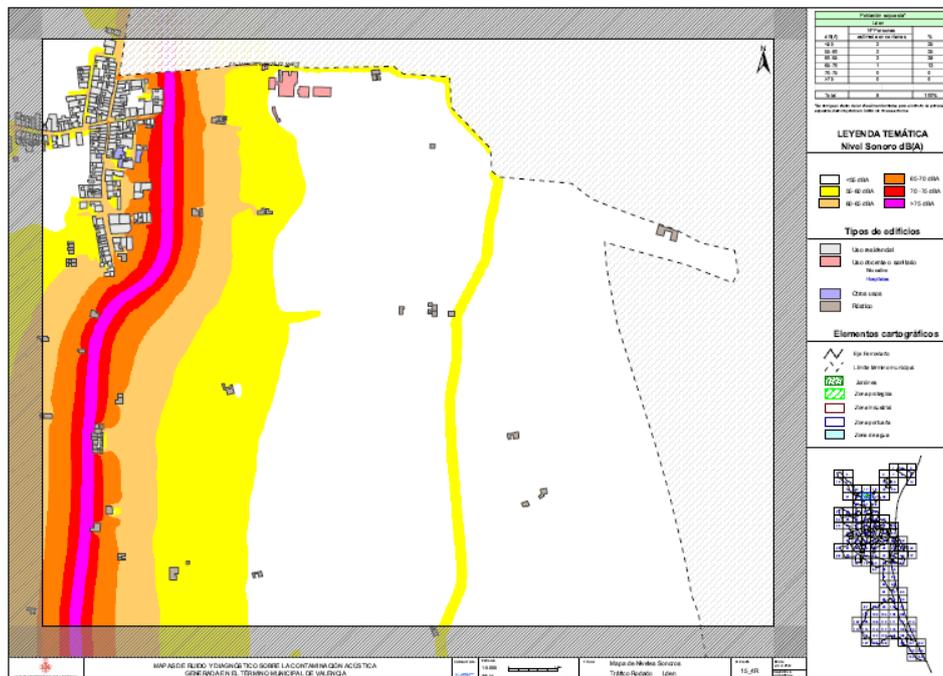
El objetivo principal en cuanto a la gestión del ruido en el Ayuntamiento de Zaragoza es el de **mejorar la calidad acústica del municipio**. Para la consecución de este objetivo las actuaciones se centran en 3 líneas principales:

1. **INTEGRAR EL RUIDO EN LA GESTIÓN MUNICIPAL:** está orientado a que el ruido sea una variable más en las tomas de decisiones sobre el diseño de ciudad especialmente en lo que se refiere al planeamiento, licencias y exigencia en obras municipales del uso de maquinaria de bajo nivel sonoro.
2. **REDUCIR EL IMPACTO DE LAS ZONAS AFECTADAS:** está destinado a reducir el impacto de los focos existentes y evitar la generación de futuras situaciones problemáticas.
3. **PRESERVAR LAS ZONAS TRANQUILAS:** está destinado a mantener los niveles de ruido en las zonas tranquilas objeto de protección y mejorar su ambiente sonoro.

- **Mapa estratégico de ruido ciudad de Valencia.**

En el caso de Valencia los mapas de ruido elaborados nacieron de las 13 unidades de mapa estratégicos, UME, definidas por el propio municipio. A partir de la información recabada se elaboraron los mapas de niveles sonoros, mapas de exposición y mapas de afección. La figura 18 muestra uno de los mapas de ruido obtenidos.

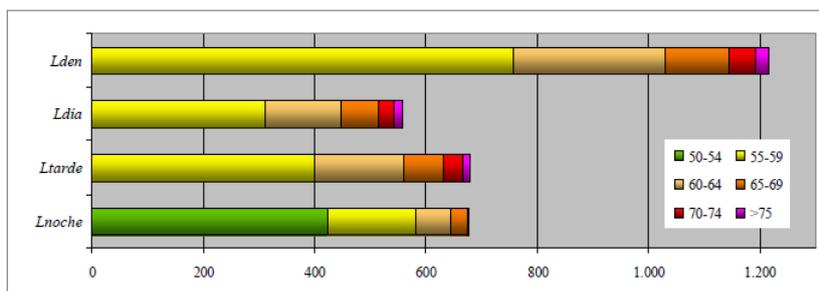
**Figura 18: Mapa de ruido de la ciudad de Valencia. Mapa de niveles sonoros  $L_{dn}$ . Fuente de ruido de tráfico rodado.** Se visualiza claramente una vía de circulación de tráfico rodado con un  $L_{dn}$  superior a 75 dBA, observándose además el decaimiento del nivel sonoro a medida que nos alejamos de ella. Por otra parte, existe una alta influencia de los niveles sonoros generados por el tráfico rodado en las instalaciones aledañas a dicha vía.



Fuente: [www.valencia.es](http://www.valencia.es)

A continuación, en la figura 19 se presentan los datos de niveles de exposición.

**Figura 19: Número total de personas expuestas por indicador en centenas ( $L_{den}$ ,  $L_{dia}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ ) según niveles de exposición.** Para el indicador  $L_{den}$  4.800 personas están expuestas a niveles entre 70 – 74 dBA y 2.400 a niveles superiores a 75 dBA.



Indicador	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
$L_{den}$	758	271	116	48	24
$L_{dia}$	312	136	67	27	17
$L_{tarde}$	399	161	71	34	14

Indicador	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
$L_{noche}$	425	157	61	31	4

Fuente: <http://www.cedex.es>

La tabla 1 muestra la superficie afectada, en número de viviendas (expresado en centenas) y el número de centros sanitarios y docentes (expresado en unidades) para diferentes niveles del indicador  $L_{den}$ .

**Tabla 1: Zonas de afección por niveles  $L_{den}$ .** En relación a las viviendas observamos que 93.300 viviendas están sometidas a niveles superiores a 55 dBA, 19.200 a niveles superiores a 65 dBA y 3.700 a niveles sobre 75 dBA. En el caso de los centros sanitarios 10 están sometidos a niveles sobre 55 dBA y 2 a niveles sobre 65 dBA. En el caso de los centros docentes 171 están sometidos a niveles sobre 55 dBA, 31 sobre 65 dBA y 3 sobre 75 dBA.

NIVEL $L_{den}$	SUPERFICIE ( $km^2$ )	VIVIENDAS (centenas)	Nº CENTROS SANITARIOS	Nº CENTROS DOCENTES
>55	878,98	933	10	171
>65	232,76	192	2	31
>75	54,09	37	-	3

Fuente: <http://www.cedex.es>

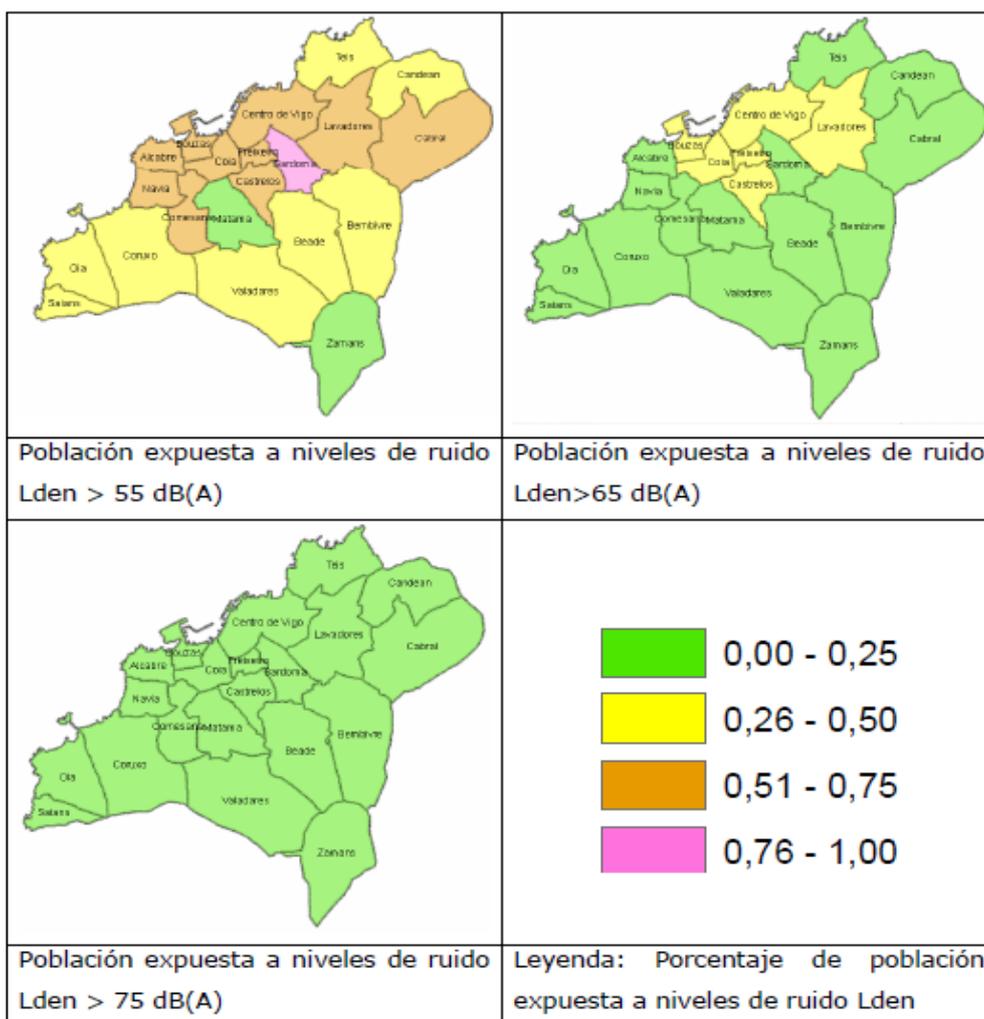
Teniendo en consideración los resultados obtenidos, se han tomado una serie de medidas, observándose que todos los programas o planes de acción que se han puesto en marcha desde el pasado, arrancan sobre todo desde 1996, año en el que entró en vigor la Ordenanza Municipal de Ruido y Vibraciones, aprobada por acuerdo plenario de 28/6/1996 (BOPV de 23/7/96) y las medidas que se exponen se han venido realizando en el periodo 2002- 2007. Todos estos programas y medidas están implementados para obtener una disminución en los efectos de la contaminación acústica que se produce por la principal fuente contaminante de esta aglomeración, que es el tráfico rodado.

- **Medidas en infraestructuras:** Utilización de pavimentos fonoabsorbentes en vías de mucho tráfico, peatonalización de calles en el centro histórico, repavimentación de calles ya peatonales con mejoras en el tipo de pavimento y mejoras en calles adoquinadas del centro histórico.
- **Medidas contra el ruido de vehículos:** Utilización de vehículos con sistemas de insonorización mejorados. Desde el 1 de noviembre de 2005 se utilizan camiones recolectores de los residuos generados en la aglomeración, 100% más silenciosos gracias al consumo de combustibles compuestos por gas natural comprimido en una proporción de 38%. Utilización de vehículos eléctricos de recogida “de papel” en el centro urbano.
- **Campañas sonométricas de comprobación del ruido emitido por ciclomotores y motocicletas.**
- **Reducción de la propagación del ruido:** Utilización de paneles fonoabsorbentes en pasos subterráneos y utilización de vallas con dicho material en obras. Plantación de especies arbóreas más frondosas, con el fin de crear “apantallamientos acústicos” en los jardines. Reducción de la masa arbórea podada, disminuyendo la frecuencia de poda, para mantener las pantallas acústicas. Puesta en marcha de un nuevo sistema de pasos semafóricos de invidentes con sonorización atenuada.
- **Medidas en Edificios:** Se exige en el Proyecto arquitectónico el cumplimiento de la Ordenanza y se comprueba en el momento de la concesión de la “Licencia de Obras de Edificación” y en la fase de Licencia de Ocupación se realiza una verificación del aislamiento efectivo logmediante la aportación de certificados técnicos pertinentes efectuados en base a unos ensayos normalizados “in situ”.

- **Gestión del Tráfico:** Ordenación de la circulación en las vías urbanas, pasando de dos sentidos de circulación a un solo sentido, con lo que sus intensidades circulatorias disminuyen y por este motivo también se aminoran los niveles sonoros alcanzados.
  - **Creación de nuevas infraestructuras viarias,** como pasos inferiores y cinturones de Ronda, alejando el tráfico y el ruido del núcleo urbano residencial. Control de los permisos de circulación de vehículos pesados en el Término Municipal. Control de los horarios de carga y descarga de estos vehículos en vía pública.
- **Mapa estratégico de ruido ciudad de Vigo.**

En el caso de Vigo la figura 20 muestra uno de los mapas de ruido y exposición y el plan de acción que se implementará a partir del análisis de los resultados obtenidos.

**Figura 20: Mapa de ruido de la ciudad de Vigo. Mapa de niveles sonoros Lden, fuente de ruido de carretera, ferrocarril e industria.** El 57 % de la población del Municipio (166.000 de 293.000 habitantes) presentan niveles Lden superiores a 55 dBA, siendo el 5% sw la población (15.000 habitantes) la que presenta niveles superiores a 75 dBA.



Fuente: <http://hoxe.vigo.org>

Las actuaciones previstas para los próximos cinco años (2010 – 2015) dentro del Plan de Acción de Ruido son las siguientes:

- **Actuaciones de tipo preventivo:** para evitar la generación de nuevas situaciones a corregir. Se efectuarán Estudios de Impacto Acústico para todos los proyectos de nuevo desarrollo o de modificación de áreas sensibles al ruido y de focos de ruido. El grado de alcance de estos análisis dependerá de la importancia relativa de la variable acústica en las zonas objeto de desarrollo.
- **Actuaciones de tipo correctivo:** para la reducción de los impactos acústicos ya existentes en el Concello. Se consideran en primera instancia las situaciones que superan los Objetivos de Calidad Acústica debido a focos de ruido de gestión municipal cuya dotación presupuestaría y toma de decisiones únicamente depende del propio Concello.
  - Gestión del Ruido de Industria: identificación de las instalaciones industriales generadoras de impacto y definición de la estrategia y actuaciones necesarias para la reducción del mismo en las viviendas impactadas.
  - Actuaciones sobre el viario urbano: identificación de los proyectos de ciudad en los que se prevé modificación del viario urbano para integrar en estas actuaciones la variable acústica en la toma de decisiones y procurar la reducción de los niveles sonoros generados por este foco.
  - Definición y actuaciones en las zonas de preservación acústica (Zonas Tranquilas). Actuación centrada en el mantenimiento de la calidad acústica en zonas concretas del Concello y el desarrollo de actuaciones para la mejora del ambiente sonoro existente en las mismas.
- Actuaciones de tipo administrativo: tareas que facilitan la gestión de la variable ruido por parte del Ayuntamiento y que son necesarias para dar soporte al Plan de Acción.
  - Formación de los recursos humanos del departamento en la variable acústica, considerando las recientes modificaciones de la legislación a nivel estatal y los nuevos requisitos para la gestión del ruido ambiental.
  - Definición de los procedimientos municipales para la gestión del ruido, lo que implica la definición de los pasos necesarios para el desarrollo de actuaciones municipales con incidencia acústica, tales como: obtención de licencias de actividades, obtención de licencias de nuevas instalaciones industriales o de nuevos desarrollos urbanísticos y su control; la gestión de quejas; el desarrollo de proyectos con incidencia en la calidad acústica del municipio; y la definición y puesta en marcha de los Planes

Zonales. Esta tarea conlleva la revisión de la Ordenanza Municipal de Ruido.

- Aprobación de la Zonificación Acústica como trámite administrativo que incorpora el ruido a la toma de decisiones sobre el desarrollo de la ciudad.
- Coordinación institucional: comprende el establecimiento de los contactos con los gestores de los focos de ruido que, impactando en Vigo, no son de gestión municipal. Se corresponden principalmente con las carreteras, los ferrocarriles y el puerto. En estos casos, una vez identificadas las Zonas de Protección Acústica Especial se deben establecer los Planes Zonales de mejora, en coordinación con los gestores de los focos que impacten en la misma.
- Recalcular el mapa de ruido y análisis de edificios de carácter sensible: con el objetivo de cumplir los plazos detallados en el RD 1513/2005 se debe recalcular el Mapa de Ruido del Concello de Vigo. El objetivo perseguido con este mapa es doble, por un lado analizar la eficacia del Plan de Acción contra el ruido que se desarrolle y, por el otro, incorporar focos de ruido no analizados en el Mapa de Ruido anterior.

Por otro lado, a lo largo de los distintos años de desarrollo del Plan está previsto el desarrollo de tareas de seguimiento y vigilancia del mismo para analizar si se obtienen los objetivos ambientales de mejora previstos.

Finalmente las Estrategias a largo plazo que se fija el Concello de Vigo para la gestión del ruido se articulan en los siguientes puntos:

- **Línea Estratégica 1:** Actuación sobre la planificación del suelo y el diseño urbano.

Los ejes que articulan esta estrategia son:

- Eje 1.1.: Aumentar la importancia relativa del ruido en la planificación de los usos del suelo.
- Eje 1.2.: Velar por el cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica fijados por el RD 1367/2007.
- Eje 1.3.: Atender a la preservación de las Zonas Tranquilas destinadas al esparcimiento o de interés natural.

- **Línea Estratégica 2:** La actuación contra el ruido: aunar esfuerzos e identificar cambios previstos o planes con los que encontrar sinergias.

Los ejes que articulan esta estrategia son:

- Eje 2.1.: Definir procedimientos administrativos para la gestión del ruido.

- Eje 2.2.: Definición de la Comisión de Seguimiento para la gestión del ruido con otros departamentos municipales.
- Eje 2.3.: Coordinación de la actuación con otras administraciones y gestores de focos de ruido.
- **Línea Estratégica 3:** Aumento de la participación y sensibilización de la ciudadanía.

Los ejes que articulan esta estrategia son:

- Eje 3.1.: Gestión de las quejas.
- Eje 3.2.: Información a la ciudadanía del diagnóstico de la situación acústica y de la actuación municipal contra el ruido.

Todas las actuaciones que se acometan en el municipio deberían considerar estas líneas estratégicas y deberían valorarse como una oportunidad para la mejora de la calidad acústica del Concello de Vigo.

Las Herramientas que van a ser de utilidad para el desarrollo de cada una de estas líneas y ejes Estratégicos para la gestión del ruido son las siguientes:

- **Herramientas de Diagnósis y seguimiento:** son de utilidad para evaluar la eficacia de las actuaciones desarrolladas y para analizar distintos escenarios temporales en cuanto a la calidad acústica.
- **Herramientas Administrativas:** constituidas por los procedimientos administrativos, y desarrollo de legislación, así como por los medio humanos y técnicos existentes en el municipio para abordar la gestión del ruido. Dentro de estas herramientas destaca el compromiso institucional concebido como requisito indispensable para la mejora de la calidad del municipio y para definir el alcance y los objetivos perseguidos en el Concello en cuanto a este tipo de contaminación.
- **Herramientas Presupuestarias:** es necesario dotar al Plan de una partida presupuestaria cuyo alcance puede variar en función de las tareas planificadas anualmente pero que debe ser mantenida en el tiempo.

### 3.5 Mapas ruido. Experiencia Chilena.

- **Mapa ruido Santiago de Chile.**

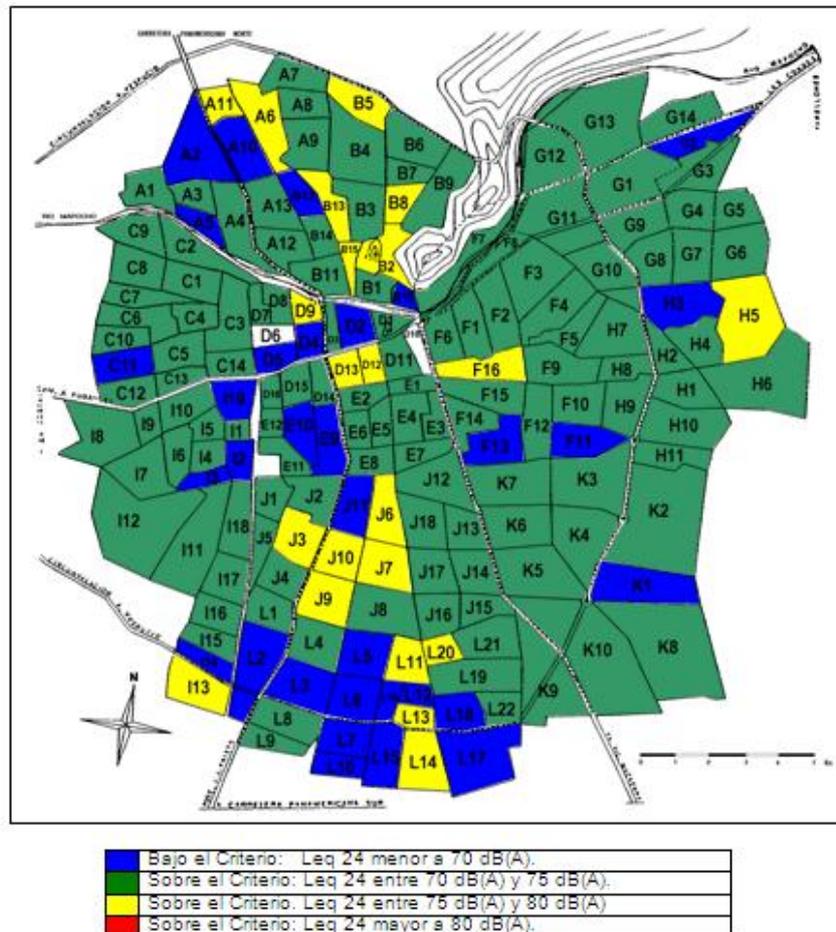
En la ciudad de Santiago de Chile, el año 1989 se efectuó un primer estudio, que tenía por objetivo evaluar y analizar el ruido comunitario exterior en una zona que cubrió cerca de 280 Km<sup>2</sup> del Gran Santiago, detectando los sectores donde la contaminación es importante y detectar los posibles riesgos a los cuales está sometida la población desde los distintos aspectos que se contemplan en normativas tanto nacionales como internacionales. Esta cobertura espacial involucró aproximadamente una población de 2.702.315 millones de personas distribuidas en 180 distritos censales con datos obtenidos del censo de población del año 1982 (Instituto Nacional de Estadística, INE), correspondiendo a 23 comunas de la Región Metropolitana.

Teniendo en consideración que el año 2000, el área de estudio tenía una población de 2.752.341 de acuerdo al censo de población de 1992. (fuente INE), es decir, que en el área de estudio la población aumentó en un 1,85 %, se considero necesario efectuar una actualización del Estudio Base de Generación de Niveles de Ruido del Gran Santiago, realizado el año 1989, de modo de tener una herramienta actualizada para adoptar las políticas de control de este tipo de contaminante que toda sociedad contemporánea experimenta en las grandes ciudades.

Los indicadores utilizados fueron:

- **Nivel Equivalente Diario medido durante el período de 24 horas (Leq<sub>24</sub>):** con este descriptor se puede determinar el **Riesgo de Pérdida Auditiva** a largo plazo en vías principales, el cual según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) se puede manifestar a partir de un Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente en base a 24 horas Leq<sub>24</sub> con valores superiores a 70 dB(A). Figura 21.

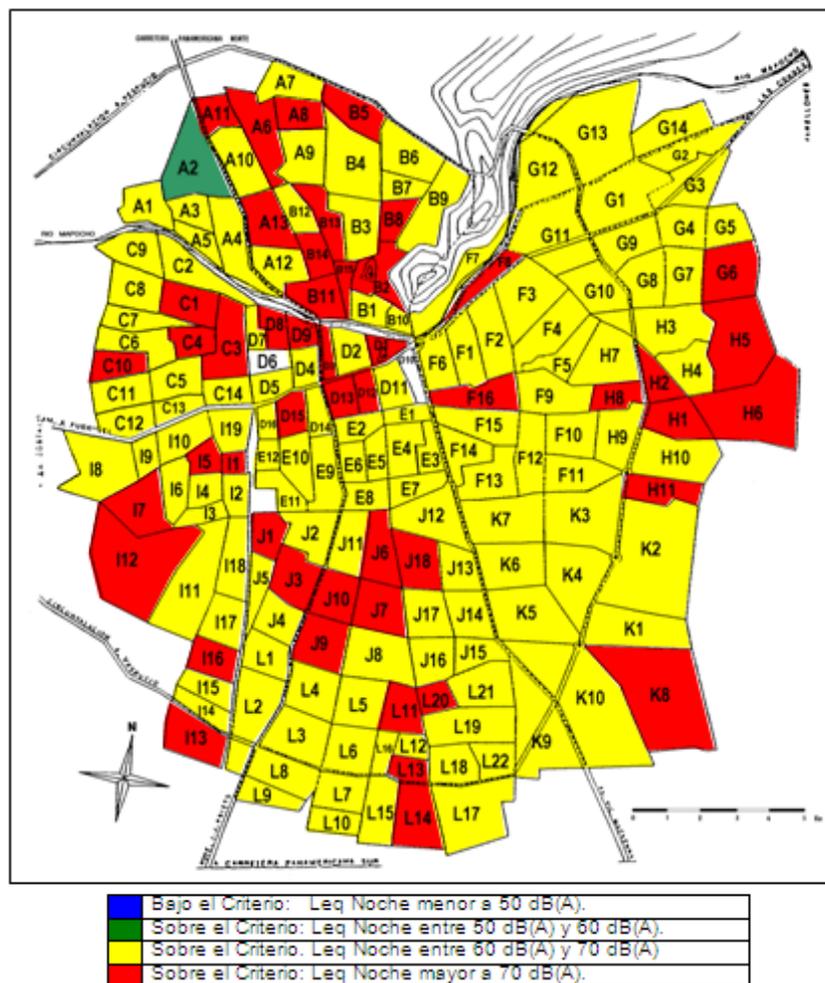
**Figura 21: Mapa de ruido niveles sonoros Nivel Equivalente Diario medido durante el periodo de 24 horas (Leq<sub>24</sub>). Riesgo de Pérdida Auditiva a Largo Plazo según USEPA.** El 16,3 % de la población (448.524 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio dice que no existe riesgo de pérdida auditiva. Un 72,1 % de la población (1.985.059 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 5 dB(A). Un 10,9 % (301.134 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 10 dB(A).



Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

- **Nivel Equivalente Noche denotado  $Leq_N$  (Leq<sub>N</sub>):** con este descriptor se puede determinar aquellos distritos que presentan el criterio **Interferencia con el Sueño** dado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA), en el cual establece que existe interferencia con el sueño en aquellos lugares en los cuales se registran Niveles de Presión Sonora Equivalentes Nocturnos  $Leq_N$  superiores a 50 dB(A). Figura 22.

**Figura 22: Mapa de ruido niveles sonoros  $Leq$  noche (Leq<sub>N</sub>). Criterio de Interferencia con el Sueño según USEPA.** El 0,7 % de la población (18.691 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 10 dB(A). Un 72,9 % de la población (2.005.761 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 20 dB(A). Un 25,8 % (710.265 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado en más de 20 dB(A).

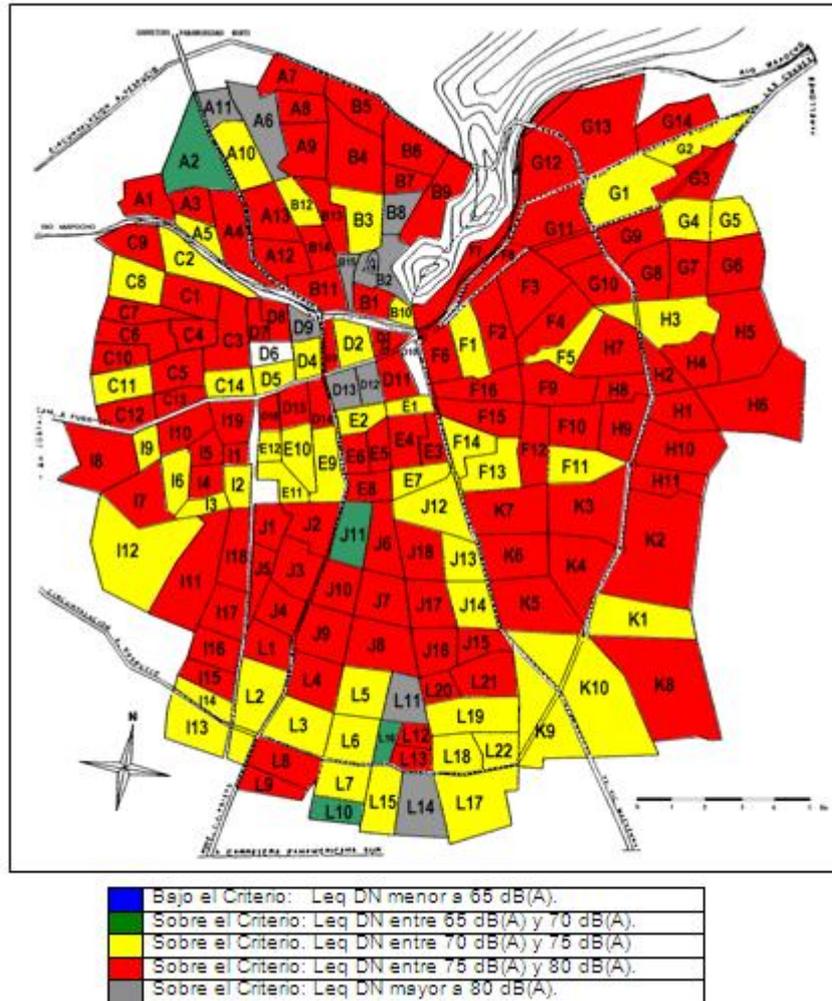


Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

- **Nivel Equivalente día-noche denotado  $Leq_{DN}$  (Leq<sub>DN</sub>):** con este descriptor se puede determinar el criterio **Aptitud Residencial** de acuerdo a lo que establece el Departamento de Desarrollo de Vivienda y Urbanismo de los Estados Unidos de Norteamérica, HUD. Es decir, si de acuerdo a los valores de  $Leq_{DN}$  registrados ese sector es apto o no

para el desarrollo de viviendas, considerando que esta no tiene acondicionamiento acústico adicional a una vivienda normal. Figura 23.

**Figura 23: Mapa de ruido niveles sonoros Nivel Equivalente día-noche ( $Leq_{DN}$ ). Aptitud Residencial según HUD.** El 1,7 % de la población (46.758 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 5 dB(A). Un 27.9 % de la población (768.361 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 10 dB(A). Un 65,3 % (1.798.383 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado hasta en 15 dB(A). Un 4,4, % (121.225 personas) se encuentra en lugares en donde el criterio es superado en más de 15 dB(A).



Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

Analizando los datos proporcionados por el estudio realizado el año 2000-2001 y luego de comparar los datos con los resultados del estudio del año 1988-1989, se puede inferir que los grados de contaminación han tenido el siguiente comportamiento en los últimos 11 años para cada uno de los tres criterios presentados:

- **Criterio interferencia con el sueño.**

La tabla 2 muestra una comparación de los resultados que fueron obtenidos en ambos estudios.

**Tabla 2: Comparación de la población expuesta según rangos de LEQ<sub>N</sub> años 1989-2000.** En ambos estudios no existe población expuesta a niveles sonoros inferiores a 50 dBA. La población expuesta niveles sonoros sobre 70 dBA se ha duplicado en el estudio realizado el año 2001.

Leq <sub>N</sub> dBA	Población (%)	
	1989	2001
<50	0.0	0.0
50 - 60	6.8	0.7
60 - 70	80.4	73.3
>70	12.7	26.0

Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

De la tabla anterior, se puede decir que en los estudios no existe población en el área de estudio que no esté expuesta a Interferencia con el Sueño. Además, para el rango que puede considerarse con un nivel medio bajo de contaminación (Leq Noche entre 50 y 60 dBA), el porcentaje de población expuesta en el año 1989 era pequeño (6.8%), disminuyendo a un 0.7% en el estudio del año 2001. Para el rango considerado medio alto de contaminación (Leq Noche entre 60 y 70 dBA), se observa una disminución comparado con el año 1989, pero aún existe un gran porcentaje de población expuesta a este criterio (73.3%). Para el rango considerado de alta contaminación (Leq Noche superior a 70 dBA) el porcentaje de población expuesta ha aumentado al doble.

Por lo tanto, se puede decir que el grado de contaminación acústica para el criterio Interferencia con el Sueño aumentó en el año 2001 respecto de 1989.

- **Criterio aptitud uso residencial del suelo.**

La tabla 3 muestra una comparación de los resultados obtenidos en ambos estudios.

**Tabla 3: Comparación de la población expuesta según rangos de LEQ<sub>DN</sub> años 1989-2000.** En ambos estudios no existe población expuesta a niveles sonoros inferiores a 65 dBA. La población expuesta niveles sonoros entre 70 - 75 dBA disminuyó en el estudio realizado el año 2001. Por el contrario, la población expuesta niveles sonoros entre 75 - 80 dBA aumento el año 2001 respecto de 1989.

Leq <sub>DN</sub> dBA	Población (%)	
	1989	2001
<65	0.0	0.0
65 - 70	2.0	1.7
70 - 75	32.3	28.1
75 - 80	57.8	65.8
>80	7.8	4.4

Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

De la tabla anterior, se puede decir que en ambos casos no existe población en el área de estudio cuya vivienda se encuentre en un sector apto para ella de acuerdo a los niveles de ruido registrados. Además, para el rango comprendido para un Leq<sub>DN</sub> entre 65 y 70 dBA la población cuya vivienda se encuentra en esos sectores disminuyó el año 2001 respecto de 1989. Para el rango comprendido para un Leq<sub>DN</sub> entre 70 y 75 dBA el año 2001 respecto de 1989, pero aún existe un gran porcentaje de población expuesta a este criterio (28.1%). Para el rango comprendido para un

Leq<sub>DN</sub> entre 75 a 80 dBA el porcentaje de población expuesta el año 2001 ha aumentado en una cantidad importante cercana al 12 %. Para el rango que supera los 80 dBA de Leq<sub>DN</sub> el año 2001 experimentó un leve descenso.

Por lo tanto, se puede decir que el grado de contaminación acústica para el criterio Aptitud de Uso Residencial del Suelo aumentó el año 2001 respecto de 1989.

- **Criterio riesgo de pérdida auditiva a largo plazo.**

La Tabla 4 muestra una comparación de los resultados obtenidos en ambos estudios.

**Tabla 4: Comparación de la población expuesta según rangos de LEQ<sub>24</sub> años 1989-2000.** El año 2001 se observa un claro aumento de la población expuesta a niveles sonoros entre 70 – 75 dBA. Por otra parte el porcentaje de población expuesta niveles sonoros entre 75 – 80 dBA disminuyó a la mitad el año 2001 respecto de 1989.

Leq <sub>24</sub> dBA	Población (%)	
	1989	2001
<70	18.5	16.4
70 - 75	57.7	72.6
75 - 80	22.3	11.0
>80	1.4	0.0

Fuente: [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)

De la tabla anterior, se puede decir que la población expuesta a niveles sonoros bajo 70 dBA (valor criterio) disminuyó el año 2001 respecto de 1989, en aproximadamente un 2%. La población expuesta niveles sonoros entre 70 – 75 dBA aumento en un 14.9% respecto de 1989 y la población expuesta a niveles sonoros entre 75 – 80 dBA disminuyó a la mitad el año 2001 respecto de 1989. En el año 2001 no existe población expuesta a niveles sonoros sobre 80dBA

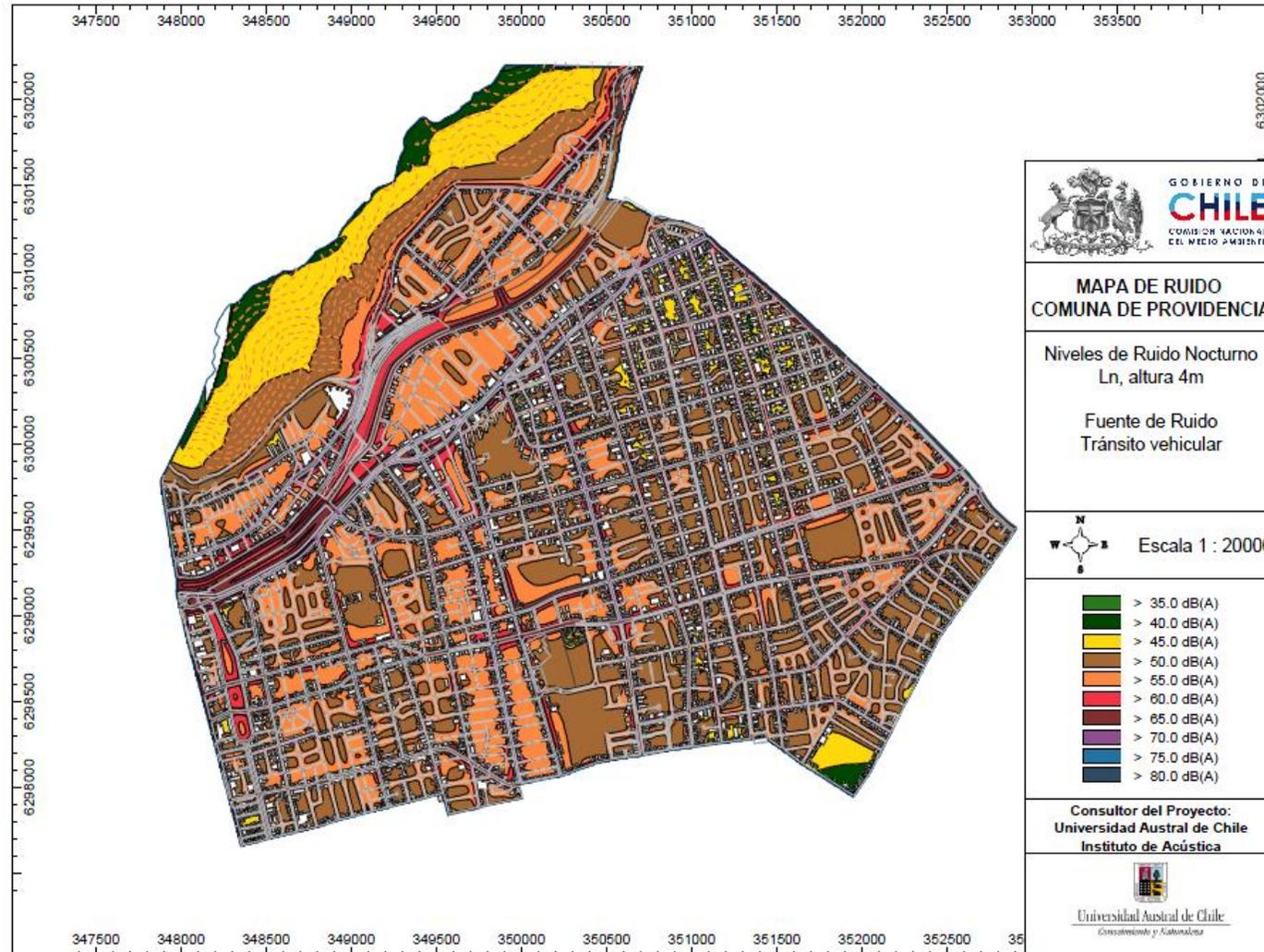
Por lo tanto, se puede decir que el grado de contaminación acústica para el criterio Pérdida Auditiva a largo plazo disminuyó el año 2001 respecto del año 1989, sin embargo el 83.6% de la población está expuesta a niveles sonoros que superan los 70 dBA (valor criterio)

- **Mapa de ruido comuna de Providencia.**

En la comuna de Providencia de la ciudad de Santiago, el año 2009 se realizó un estudio que tenía por objetivo elaborar mapas de ruido urbano para un caso piloto, mediante la aplicación de un modelo de predicción de ruido. Los mapas de ruido obtenidos se muestran en las figuras 24 y 25.

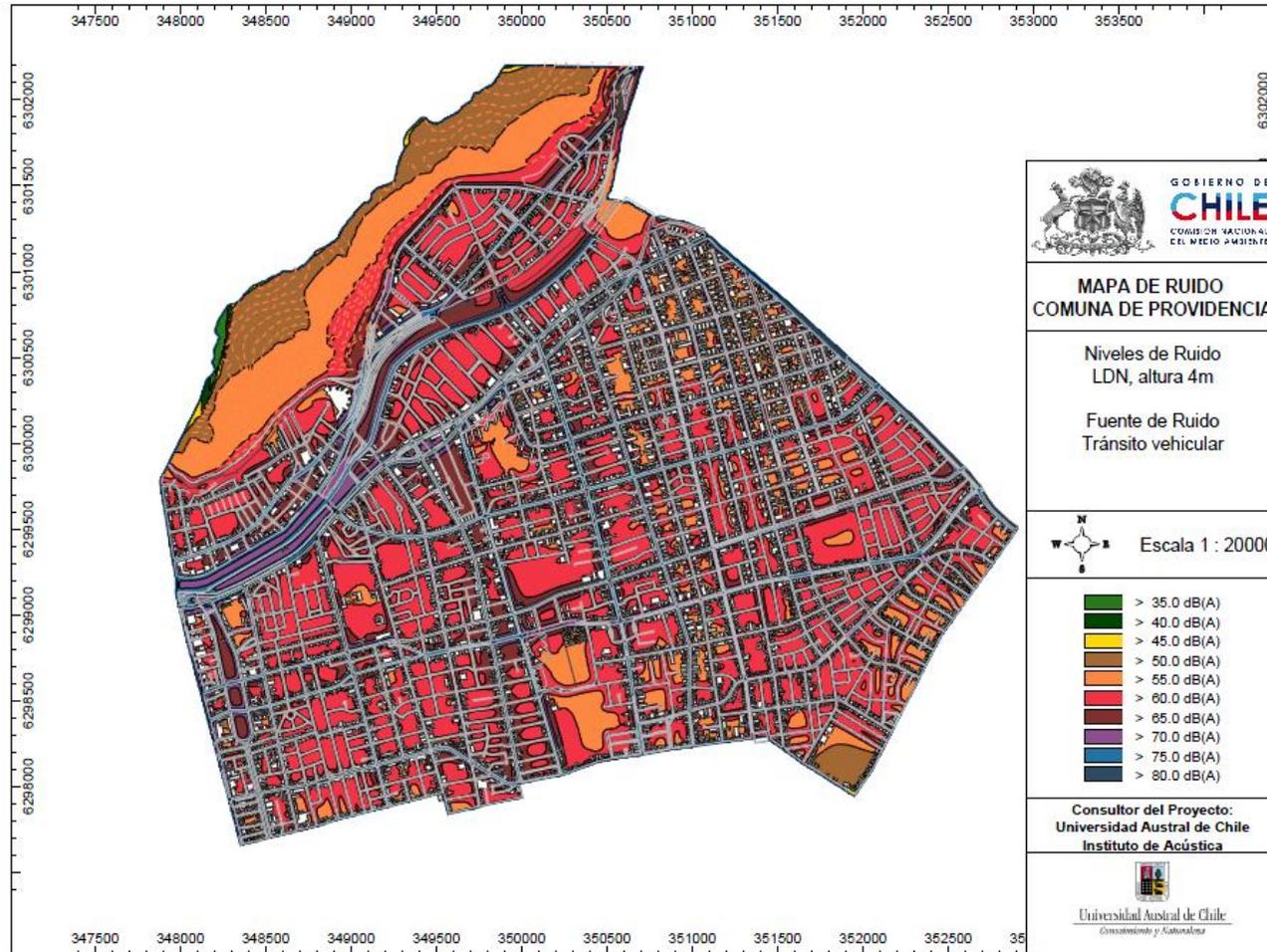
Del análisis de los resultados obtenidos se determinó que Providencia tiene un 31,6% de su superficie sobre los 65 dBA en el día y un 64,1% de la superficie con niveles sobre 55 dBA en la noche. La condición de mayor nivel se concentra sobre las vías troncales que tienen por función el dar cabida al flujo del transporte público y la conexión a través de los ejes principales oriente-poniente de la ciudad de Santiago. Por otra parte, el nivel día-noche promedio es de 72.0 dBA, estableciéndose que el porcentaje de personas altamente molestas por el ruido de tráfico alcanza al 32,67% del total de la población de la comuna,

Figura 24: Mapa de ruido Comuna de Providencia. Niveles de ruido nocturno, Ln, altura 4m. Fuente de ruido de tránsito.



Fuente: [www.sinia.cl](http://www.sinia.cl)

Figura 25. Mapa de Ruido Comuna de Providencia. Niveles de ruido LDN, altura 4 m. Fuente de ruido tránsito vehicular.



Fuente: [www.sinia.cl](http://www.sinia.cl).

En relación a la distribución del uso del suelo del Municipio los resultados son coincidentes con la concentración de las áreas de comercio y servicio donde a su vez se presentan los mayores niveles de flujo vehicular motorizado en vía de perfil de 15 m o superior. A su vez, los sectores residenciales y de oficina con trama menor y con calles de perfiles menores a 12 m presentan una disminución del nivel de ruido.

En la condición nocturna, la disminución del nivel general de ruido es notoria. Si bien sobre los ejes troncales, longitudinales oriente-poniente y transversales norte-sur, la presencia constante de transporte motorizado presenta altos niveles, entre dichas vías principales la condición de ruido es inferior a la condición diurna.

### **3.6 Medidas de control de ruido en la planificación territorial.**

El desarrollo urbano y la planificación territorial deben reconocer la particularidad de cada comunidad, la cultura e idiosincrasia vinculada al territorio y su gente. En este sentido, no es factible enumerar una lista de medidas de planificación que garanticen eliminar los problemas de ruido ambiental. Sin perjuicio de lo anterior, es posible definir algunas acciones que pueden ser orientadoras en términos generales.

En la planificación territorial y el desarrollo urbano, se debe considerar la influencia que los proyectos de infraestructura de transporte puedan generar por sus emisiones de ruido. Se incluyen en este tipo de proyectos las vías de tráfico tales como: autopistas, autovías, vías expresas y troncales, líneas ferroviarias, aeropuertos (especialmente en el trazado de trayectorias aéreas de los aviones), y otros proyectos similares.

Debe privilegiarse la creación de zonas o franjas de terreno de transición acústica, desde lugares menos sensibles al ruido a lugares más sensibles. Estas franjas tienen el objetivo de ofrecer una protección acústica por medio de usos de suelo de sensibilidad intermedia al ruido, alejando las fuentes de ruido de áreas que requieren mayor protección. Los lugares de menor sensibilidad están constituidos por proyectos de infraestructura de transporte y aquellas zonas con industrias. Los lugares más sensibles son las zonas residenciales exclusivas, y otras como aquellas con equipamiento de salud y educacional. Una zona intermedia podría estar destinada al comercio, por ejemplo.

El objeto de una franja de protección es delimitar los usos de suelo permitidos, los permisos de loteo y los permisos de edificación a aquellos lugares adyacentes a zonas industriales o a las vías de transporte (o los trayectos del tráfico), o que cuenten con fuentes fijas de ruidos molestos. En las franjas de transición deben cumplirse los requisitos necesarios para que exista compatibilidad acústica entre el ruido emitido por las vías (o en las trayectorias), las fuentes de ruido y los receptores. Deben evitarse lugares vecinos con grandes diferencias en cuanto a la protección y sensibilidad acústica entre ellos. Las zonas vecinas con exigencias acústicas muy dispares, son potencialmente un conflicto ambiental (una zona de restaurantes y discotecas adyacente a una zona residencial). Sobran ejemplos de áreas de alto tráfico vecinas a un colegio o un hospital.

Todo proyecto de infraestructura que pueda generar ruidos a la comunidad, debería considerar la aptitud de uso residencial de los terrenos donde exista o estén proyectadas instalaciones de carácter habitacional. Particularmente, se debe cautelar

cumplir con las exigencias establecidas para el aislamiento acústico respecto del nivel de ruido ambiente exterior del lugar.

Finalmente, la posibilidad de planificar el uso de suelo y el diseño urbano de nuestros espacios sobre la base de la variable acústica, permite enfrentar la tarea de la resolución de los problemas urbanos desde una perspectiva más holística, desde el punto de vista de los agentes y temáticas que actualmente se están tomando en cuenta en la planificación ambiental.

Los mapas de ruido, la determinación de las islas de calor, la concentración de la polución y contaminación atmosférica, los índices de contaminación lumínica, pasan a ser hoy elementos relevantes dentro de los procesos de toma de decisiones, y se convierten en variables interrelacionadas que dependen unas de otras.

En este sentido, cabe mencionar la importancia del trabajo interdisciplinario entre ingenieros, planificadores, urbanistas, técnicos y científicos, de forma de abordar las problemáticas ambientales y de planificación, con visiones que cohesionen propuestas y soluciones eficientes, integrales y transversales a las temáticas del ordenamiento del territorio, su diseño, construcción, implementación y gestión

### **3.7 Evaluación y gestión de la contaminación acústica.**

El objetivo de la evaluación y gestión de la contaminación acústica (ruido ambiental) es para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y esto quiere decir proteger a las personas de la molestia y pérdida de salud derivada de la exposición a ruido ambiental excesivo y además es para proporcionar espacios tranquilos que sean accesibles y atractivos a las personas.

Referente a la magnitud del problema, se sabe, por ejemplo que el ruido ambiental es una de las primeras prioridades residenciales en las ciudades españolas, respecto a otras problemáticas que se valoraban además del ruido ambiental, como la calidad de aire, los servicios sanitarios o el transporte público. Sobre la dimensión del problema, se ha visto también que se ha producido un incremento de la sensibilidad social: se valora más el silencio y es verdad que la gente antes se quejaba menos y que quizás había más ruido.

Por otra parte, la relación con la salud no es directa, pero existe y quizá hay que reforzar la existencia de esta relación, en el sentido de dar mayor importancia a la molestia por ruido ambiental. El ruido ambiental causa pérdida de salud en algunas situaciones y de forma más genérica, es responsable de la imposibilidad de que el ser humano, por ejemplo, se recupere otros factores estresantes que afectan su salud. Por lo tanto, es fundamental, para mantener el estado de salud poder acceder a ambientes tranquilos, lo que supone subrayar el concepto de zonas tranquilas en evaluación y gestión.

Respecto de la evaluación, es necesario plantear un equilibrio entre dos enfoques de la evaluación, el enfoque objetivo o el cuantitativo y el enfoque subjetivo o cualitativo. Este equilibrio tiene que ser diferente en dos etapas diferentes del proceso: en la evaluación por un lado, y en el diseño de las mejoras. En la evaluación hay que tener en cuenta lo cualitativo, actualmente no se considera suficientemente y hay que empezar a incorporarlo, aunque el enfoque objetivo-cuantitativo debe ser lo definitivo en la evaluación. Además en la evaluación cuantitativa se tiene en cuenta lo subjetivo, ya que el decibelio A, la ponderación A, está simulando lo que perciben las personas.

Pero en la etapa de evaluación el peso fundamental debe estar centrado en los resultados cuantitativos, porque al final necesitamos una línea fina, necesitamos que las personas tengan claro cuándo hay problema y cuándo no, cuándo se incumple un valor objetivo y cuándo no. Lo cualitativo nos puede dar mucha información complementaria a la evaluación de una situación sonora, pero lo fundamental es lo objetivo como resultado final. En cambio, en la etapa de diseño de mejoras del ambiente sonoro el planteamiento debe ser contrario, hay que empezar por la evaluación objetiva de la situación y de la eficacia de las alternativas de mejora, pero el peso de lo subjetivo-cualitativo tiene mucha importancia, porque si se quiere mejorar la calidad de vida de las personas tenemos que tener en cuenta la percepción y la parte cualitativa.

En relación a la evaluación, la pregunta es: ¿la evaluación hasta dónde y para qué? Lo importante es que este proceso de diagnóstico tiene que ir asociado al proceso de toma de decisiones de planes de acción, por lo tanto, es necesario tener un diagnóstico preciso para: justificar las prioridades de actuación, justificar las decisiones que se adopten, diseñar mejor las actuaciones e incrementar su eficacia, visualizar la eficacia de las medidas correctoras implementadas de cara a que de verdad se lleven a cabo y también, porque hay que responder de forma rigurosa a las denuncias de la ciudadanía.

En cuanto a la gestión de la contaminación acústica, la primera pregunta a plantear es: ¿queremos o debemos reducir el ruido o queremos o debemos mejorar la calidad sonora?, lamentablemente hay conflictos de intereses, por lo que en algunas oportunidades creemos se quiere y en otro escenario creemos que se debe. Por lo que, es importante que se ejerza presión sobre los gestores de los focos principales de ruido; presión que al final viene por diferentes partes: el empuje social, una presión subjetiva referida a menudo a problemas puntuales; otro es el empuje legislativo, y también es muy importante la acción de la administración para proteger a la ciudadanía, la autoridad ambiental. Pero no hay consonancia entre esos diferentes agentes de presión, tienen diferentes intereses, diferente formación, existen desajustes y en cuanto a la coordinación de estas acciones, la administración tiene que formar a la ciudadanía, y a veces también poner límites a su exigencia, porque es posible que una persona siga molesta aún cumpliéndose los límites de ruido y eso la administración tiene que hacerlo entender. Y más que eso, la administración debe forzar a los gestores de los focos para busquen y logren una mejora progresiva de la situación sonora, la autoridad ambiental debería marcar tiempos y plazos concretos que permitan promover un avance progresivo.

Para lograr lo anterior es necesario tener una visión global del tema, una visión integral de la ciudad. Si queremos actuar en este marco, primero tenemos que conocerlo y saber cuáles son las relaciones entre los diferentes ámbitos, y ver además de la calidad de vida, la estructura urbana, el dinamismo económico y la dinámica territorial. Si queremos actuar en mejorar la calidad de vida también hay que tener en cuenta otras cosas que están muy cerca de la población, ocio, identidad, exigencias de accesibilidad, el empleo y la renta, el acceso a vivienda, el precio de la vivienda y el uso del suelo. Hay que tener en cuenta todo esto para poder actuar de forma eficaz para mejorar la calidad de vida desde el punto de vista de mejorar la calidad sonora del entorno y de forma que se acepten las propuestas que se plantean (figura 26). Si se quiere hacer un salto importante en la mejora de calidad sonora de nuestro entorno hay que plantear un cambio de modelo, un cambio de actitudes. Es necesario pensar en el modelo de ciudad y apostar por cambiar o por mantener el modelo que en algunos casos ya existe históricamente. Hay que valorar la ciudad compacta y las

zonas heterogéneas. Apostar por un modelo de transporte y ahí nace la pregunta de si es posible desacoplar el incremento exponencial del transporte del dinamismo económico, y la pregunta de cómo se puede plantear este desacople. En este cambio de modelo el cambio de actitudes está complicado. Las políticas de gestión de la contaminación acústica, a nivel internacional se han basado en los siguientes principios:

- a) **El principio de precaución:** El ruido debe ser reducido al nivel más bajo posible. Cuando exista una posibilidad razonable de daño a la salud, deben tomarse en forma inmediata las medidas correctivas.
- b) **El que contamina paga:** Los costos totales asociados a la contaminación acústica (incluida la vigilancia, la gestión, reducción de los niveles y la supervisión) deberán ser asumidos por el responsable de la(s) fuente generadora(s) de ruido.
- c) **El principio de prevención:** Se deben adoptar medidas para reducir el ruido, cuando sea factible, en la fuente. La planificación del uso del suelo deberá estar basada por un estudio de impacto ambiental, que considere el ruido al igual que otros contaminantes.

Una política gubernamental marco, es la base para una buena gestión de la contaminación acústica. Sin una adecuada política marco y una legislación que la sustente es difícil mantener y gestionar con éxito un programa de gestión. Una política marco debe incluir la planificación, políticas de desarrollo y medio ambiente. Los objetivos son más fáciles de conseguir si las políticas son claras y están interrelacionadas, y coordinadas.



Posteriormente, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completó la transposición de la Directiva 2002/49/CE y precisó los conceptos de ruido ambiental y sus efectos sobre la población, junto a una serie de medidas necesarias para la consecución de los objetivos previstos, tales como la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción o las obligaciones de suministro de información.

Por ello el presente real decreto tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la citada Ley. Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre; se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

El capítulo I, «Disposiciones generales», contiene los preceptos que establecen el objeto de esta norma y una serie de definiciones que permitan alcanzar un mayor grado de precisión y seguridad jurídica a la hora de aplicar esta disposición de carácter marcadamente técnico. Dentro de las definiciones citadas, a continuación se indican las siguientes:

- **Efectos nocivos:** los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.
- **Molestia:** el grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.
- **Valor límite:** un valor de un índice acústico que no debe ser sobrepasado y que de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas tendentes a evitar tal superación. Los valores límite pueden variar en función del emisor acústico, (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta vulnerabilidad a la contaminación acústica de los grupos de población; pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia el emisor acústico, o el uso dado al entorno).
- **Objetivo de calidad acústica:** conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado, incluyendo los valores límite de inmisión o de emisión.

El capítulo II establece los índices para la evaluación del ruido y de las vibraciones, en los distintos periodos temporales de evaluación, de los objetivos de calidad acústica en áreas acústicas o en el espacio interior de edificaciones y de los valores límite que deben cumplir los emisores acústicos. Aquí se indica que, para la evaluación del ruido, además de los establecidos en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se deberán usar los siguientes índices:

- **L<sub>Amax</sub>**, para evaluar niveles sonoros máximos durante el periodo temporal de evaluación.
- **L<sub>Aeq, T</sub>** para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T.

- **L<sub>Keq</sub>, T** para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo.
- **L<sub>K,x</sub>** para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x».

Además indica que, en la evaluación del ruido, para verificar el cumplimiento de los valores límite aplicables a los emisores acústicos, que se establecen en los artículos 23 y 24, se aplicarán los índices acústicos que figuran en las correspondientes tablas del anexo III, tal como se definen en el anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, y en el anexo I de este real decreto respectivamente, evaluados de conformidad con lo establecido en el anexo IV

En el capítulo III se desarrolla, por una parte, la delimitación de las áreas acústicas atendiendo al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas y, por otra, la regulación de las servidumbres acústicas, entendiéndose como tal, las destinadas a conseguir la compatibilidad del funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo y portuario, con los usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones implantadas, o que puedan implantarse, en la zona de afección por el ruido originado en dichas infraestructuras. Además se prevé que los instrumentos de planificación territorial y urbanística incluyan la zonificación acústica y se establecen objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas acústicas y al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. Los valores de los índices acústicos que no deben superarse para el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en áreas urbanizadas existentes.

El capítulo IV regula el control de las emisiones de los diferentes emisores acústicos, incluidos los vehículos a motor, para los que se prevé, además, un régimen específico de comprobación de sus emisiones acústicas a vehículo parado. Asimismo, se fijan los valores límite de inmisión de ruido aplicable a las infraestructuras nuevas viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como a las infraestructuras portuarias y a actividades. La disposición adicional segunda establece las actividades e infraestructuras que tienen la consideración de nuevas. Por ejemplo el artículo 23 fija los valores límites de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias (tabla 5).

De este modo, se pondera de forma equilibrada el tratamiento de las infraestructuras preexistentes y nuevas, pues aun cuando las obligaciones establecidas en las declaraciones de impacto ambiental de las infraestructuras preexistentes han supuesto un nivel de protección acústica adecuado, el progreso del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico hace posible y razonable alcanzar un nivel más ambicioso de protección contra el ruido a la hora de proyectar y acometer la construcción de nuevas infraestructuras.

**Tabla 5: Valores límites de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.**  $L_d$ : nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año;  $L_e$ : nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año;  $L_n$ : nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

Tipo de área		Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

Fuente: Real Decreto 1513/2005, del 16 de diciembre.

Asimismo, para atender los costos derivados de la aplicación de este Real Decreto a las infraestructuras de competencia estatal, en la disposición final tercera se prevé la adopción de las medidas presupuestarias necesarias para que los Ministerios responsables de su aplicación puedan afrontarlos sin menoscabo de la ejecución de los planes que tengan establecidos.

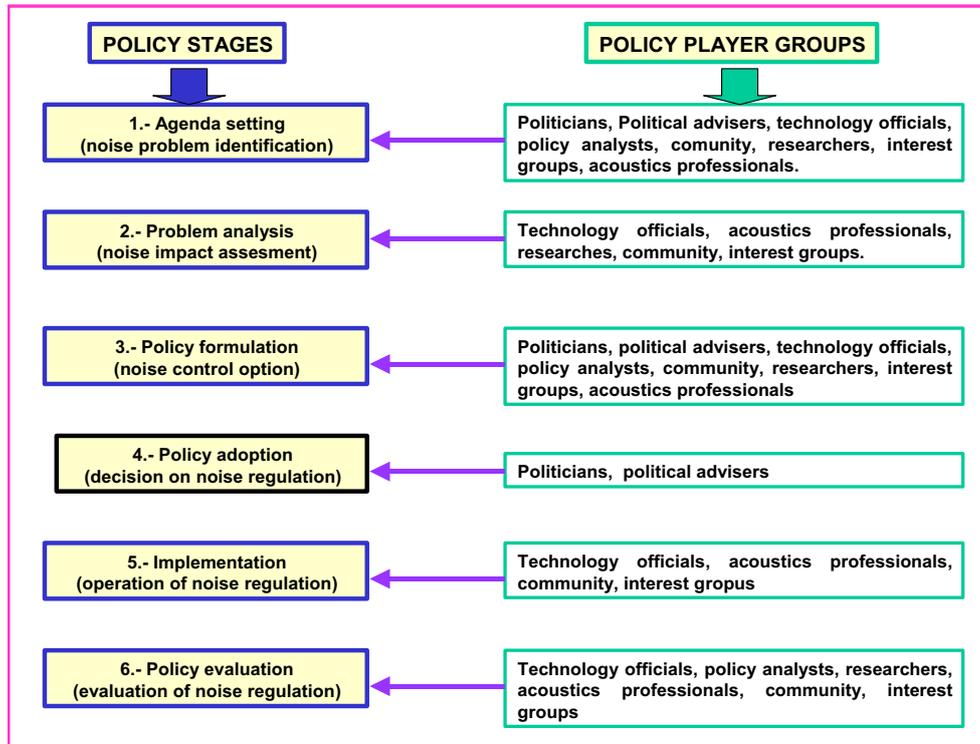
El capítulo V regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como el régimen de uso de los equipos de medida y procedimientos que se empleen en dicha evaluación. Un aspecto relevante es que en su artículo 30 señala que, Los instrumentos de medida y calibradores utilizados para la evaluación del ruido deberán cumplir las disposiciones establecidas en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, El anexo IV fija los métodos de evaluación para los índices acústicos definidos en este real decreto.

Por último, la regulación de mapas de contaminación acústica se contiene en el capítulo VI, en aplicación de la habilitación prevista en el artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

### **3.7.2 Etapas en la gestión de la contaminación acústica.**

Para gestionar la contaminación acústica se requiere de un marco legal claramente definido, que determine los actores y responsabilidades de cada uno de ellos así como también, sus niveles de intervención. Existen diferentes modelos de gestión, en las figuras 27 y 28, a modo de ejemplo, se muestran dos de ellos.

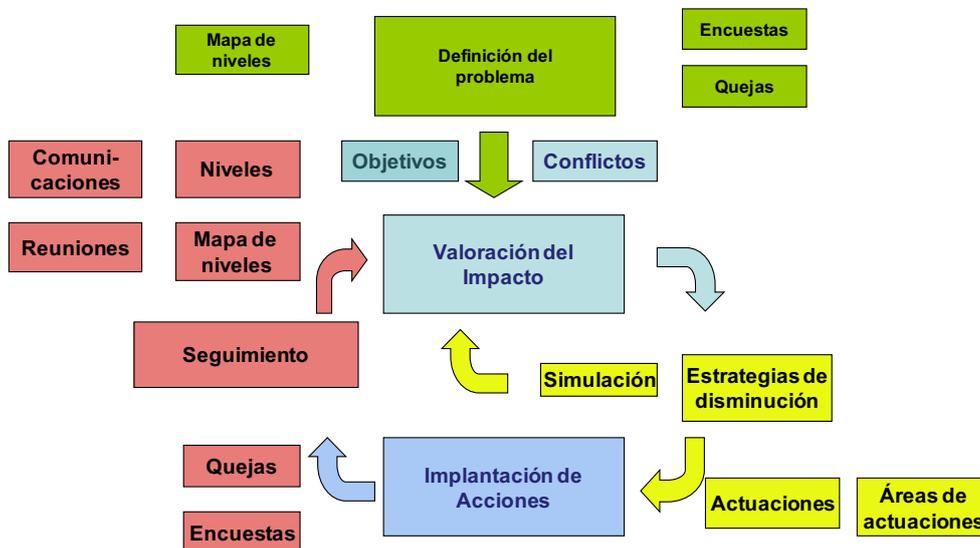
**Figura 27. Modelo de gestión de la contaminación acústica.** Este modelo muestra las seis etapas del proceso de desarrollo y aplicación de políticas de gestión de la contaminación acústica. Para cada escenario de la política, hay grupos de "agentes" que lo ideal es que participen en el proceso.



Fuente: Hede 1998.

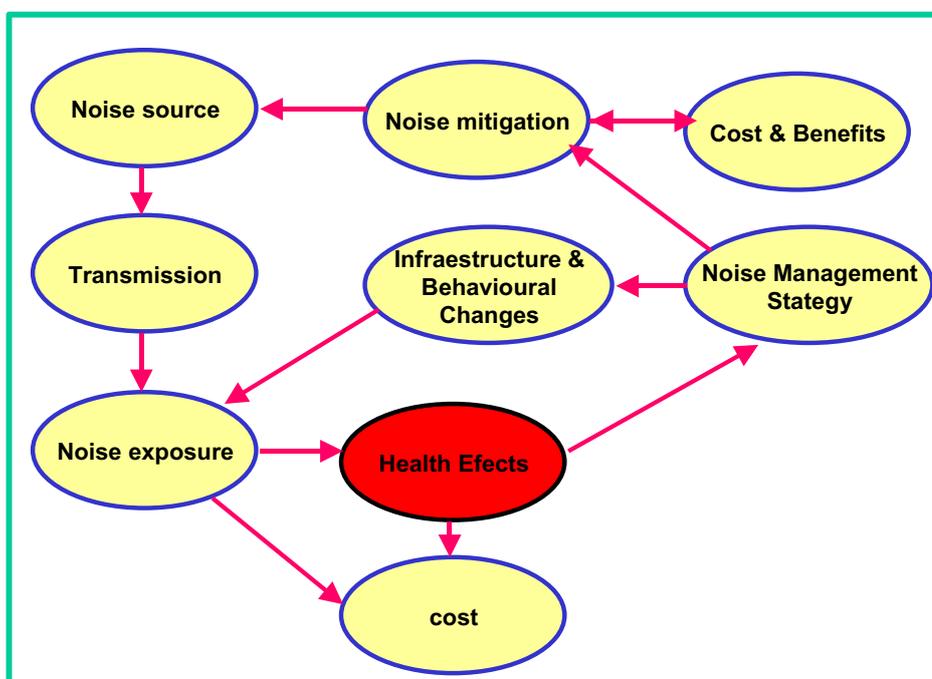
Quando las metas y las políticas se han desarrollado, la siguiente etapa es el desarrollo de la estrategia o plan, la figura 29 resume las etapas implicadas en el desarrollo de una estrategia de gestión de la contaminación acústica. Las 19 medidas específicas de reducción se muestran en la tabla 6.

**Figura 28. Modelo de gestión del ruido.** La metodología para la gestión del ruido es una filosofía, un modo de trabajo y aprovechamiento de las herramientas y medios a su disposición. Se trata de una estructura circular basada en la generación de resultados y reintroducción de los mismos en el sistema. Fuente: [www.elruido.com/portal/web/miranda-de-ebro/metodologia-para-la-gestion-del-ruido](http://www.elruido.com/portal/web/miranda-de-ebro/metodologia-para-la-gestion-del-ruido).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29: Proceso para el desarrollo de una estrategia de gestión de la contaminación acústica.** El proceso se inicia con la elaboración de normas de ruido o directrices. Idealmente, también debería incluir la identificación y mapeo de las fuentes de ruido y comunidades expuestas.



Fuente: <http://www.oms.org>.

El proceso descrito en la figura 29 comienza con la elaboración de normas de ruido o directrices. Idealmente, también debería incluir la identificación y mapeo de las

fuentes de ruido y comunidades expuestas. Seguimiento de condiciones meteorológicas y los niveles de ruido en condiciones normales. Estos datos pueden ser utilizados para validar la salida de los modelos que estiman los niveles de ruido. Las normas de ruido y los resultados del modelo se pueden considerar en el diseño de técnica de control de ruido destinadas para alcanzar los niveles de ruido. Inicialmente, las medidas de control deben ser revisadas, y si es factible alcanzar los estándares que se requieren. Si los estándares no se logran después de un período razonable, puede ser necesario revisar las medidas de control de ruido. Las normas nacionales de ruido están basadas en una revisión de las directrices internacionales, que consideran las relaciones dosis-respuesta de los efectos del ruido sobre salud.

**Tabla 6: Recomendaciones de medidas para gestionar la contaminación acústica.** La gestión exitosa de la contaminación acústica involucra aspecto formativo y legal, medidas de ingeniería y la educación e información.

<b>Legal measures</b>	<b>Examples</b>
Control of noise emissions	Emission standars for road and off- road vehicles; emission standars for construction equipment; emission standars for plants; national regulation: EU directives
Control of noise transmission	Regulations on sound – obstructive measures.
Noise mapping and zoning around roads, airports, industries	Initiation of monitoring and modeling programmes
Control of noise inmissions	Limits of exposure levels such as national inmission standars; noise monitoring and modeling; regulations for complex noise situations; regulations for recreational noise.
Speed limits	Residential areas; hospitals
Minimun requirements for acoustical properties of buildings	Construction codes for sound insulation of building parts.
Emission reduction by source modification	Type profiles; low-noise road surfaces; changes in engine properties.
New engine technology	Road vehicles; aircraft: construction machines
Transmission reduction	Enclosure around machinery; noise screens.
Orientation of buildings	Designs and structuring of tranquille uses; using buildings for screening purposes.
Traffic management	Speed limits; guidance of traffic flow by electronic means.
Passive protection	Ear plugs; ear muffs; insulation of dwellings; façade design.
Implementation of land- use planning	Minimum distance between industrial; Busy roads and residential areas; location of tranquility areas; BY-pass roads for heavy traffic; separating out incompatible functions.
<b>Education and information</b>	
Raising public awareness	Informing the public on the health impacts of noise; enforcement action taken; noise levels; complaints.
Monitoring and modeling of soundscapes	Publication of results
Sufficient number of noise experts	University or highschool curricula
Initiation of research and developmnet	Funding of information generation according to scientific research needs.
Initition of behaviour changes	Speed reduction when driving; use of horns; use of loudspeakers for advertisements.

Fuente: <http://www.EPA.gov>

Las normas nacionales deben tener en cuenta los aspectos tecnológicos, sociales, económicos, políticos y otros específicos para cada país. En muchos casos, el seguimiento puede mostrar que los niveles de ruido son considerablemente más altos que los establecidos por las directrices. Esto puede ser particularmente cierto en los países en desarrollo, y la cuestión es si las normas nacionales deben reflejar los niveles óptimos para proteger la salud humana, cuando este objetivo es improbable que se consiga a corto o medio plazo con los recursos disponibles. En algunos países las normas de ruido se establecen en niveles que sean realmente posibles en virtud de los avances tecnológicos imperantes, las condiciones sociales, económicas y políticas, a pesar de que pueden no ser plenamente coherentes con los niveles necesarios para proteger la salud humana. En tales casos, el programa de reducción de ruido debe aplicarse para alcanzar la salud óptima con niveles de protección a largo plazo.

Por otra parte, el proyecto SILENCE, cofinanciado por la Comunidad Europea, ha desarrollado después de 3 años de investigación una metodología para el control del ruido de transporte de superficie en zonas rurales, y es dentro de este contexto que en la tabla 7 se presentan un grupo de medidas que contribuyen a reducir los niveles de ruido en los puntos de conflicto y que podrían implementarse en el ámbito local.

**Tabla 7: 20 Ideas para combatir el ruido a nivel local.**

<b>Medida de control de ruido Proyecto SILENCE</b>	<b>Breve explicación de la medida</b>
1. Superficies viales de baja emisión	Disminuir el ruido de interacción neumático/carretera. Aquí los factores relevantes en la emisión acústica son la textura de la superficie, el patrón de textura, y el grado de porosidad de la estructura de la superficie. Se ha observado una reducción inicial del ruido de hasta 3 dB en relación con el hormigón de asfalto denso.
2. Mantenimiento de las superficies viales	Las irregularidades y discontinuidades suponen una amenaza para el rendimiento de todas las superficies viales en lo que respecta al ruido. Por eso es necesario siempre un buen mantenimiento, a fin de que el nivel de ruido sea el mínimo posible, sobre todo en puntos que se identifiquen más conflictivos. Por ejemplo, los antiguos badenes irregulares de adoquines rugosos o una serie de plataformas reductoras de velocidad (a 30 y 50 km/h) pueden reducir de 8 a 10 dBA.
3. Rieles más silenciosos para los tranvías	El ruido de rodadura es la principal fuente emisora de ruido en los tranvías. Se ha comprobado que existen puntos conflictivos de ruido cuando se usan vías en placa flotante para reducir la transmisión del ruido a los edificios próximos. La diferencia entre vías gravemente onduladas y vías uniformes es de hasta 20 dB.
4.- Depósitos de trenes y tranvías.	El funcionamiento de un garaje genera diferentes tipos de ruido que causan distintos tipos de molestia. Pueden adoptarse medidas de distribución, como mantener las fuentes emisoras lejos de los vecinos y construir edificios alrededor del depósito que actúen como barreras, y otras medidas en los procesos, como reducir el número de movimientos o buscar alternativas a las bocinas, y otras medidas asociadas a la conducta de los usuarios, como aplicar potencia mínima en funcionamiento y en parada, o acelerar gradualmente.

5. Túneles y pantallas acústicas	Las barreras o pantallas acústicas son un medio eficaz para reducir el ruido a lo largo de las carreteras o líneas de ferrocarril. La barrera debe tener una altura y longitud adecuada. La efectividad de una barrera puede llegar a 15 dBA, y en edificios cercanos a las carreteras la reducción puede alcanzar entre 5 a 10 dBA. Las barreras tienen problemas en su alto costo y la intervención visual del entorno. Los túneles también son alternativas que en ciertos casos deben considerarse como una pantalla cerrada de la vía.
6. Aislamiento de los edificios	La insonorización de ventanas y paredes exteriores de un edificio, debe ser considerada la última opción de control de ruido ambiental. Las ventanas aisladas sólo reducen el ruido cuando están cerradas, y debe resolverse con un sistema de ventilación especial o fachadas de vidrio adicional con ventilación independiente. Actualmente se considera necesario cuando el sonido exterior supera los 55 dB durante el día y los 45 dB por la noche. Las ventanas dobles pueden proporcionar unos 30 dBA y hasta 40 dBA de aislamiento. Los costos por vivienda son elevados.
7. Tranvías y trenes más silenciosos	En comparación con los tranvías viejos (se puede considerar que la vida útil de los tranvías es de 30 años), los tranvías modernos generan aproximadamente 10 dB menos. Los costos son relevantes, pero pueden incorporarse en el momento de la renovación de los trenes.
8. Renovación de la flota del transporte público	Los tranvías y autobuses modernos en general emiten mucho menos ruido que las unidades de parque móvil antiguo. Por tanto, la renovación de la flota puede contribuir en gran medida a la reducción del ruido. La idea es que al renovar las flotas, las autoridades establezcan acuerdos con los operadores de transporte e incluir criterios relativos al ruido en las licitaciones.
9. Vehículos de recogida de basura más silenciosos	En muchas ciudades la recogida de basura se realiza por la noche o a primera hora de la mañana para reducir la congestión de tráfico, es decir, en horas de bajo ruido de fondo y mayor sensibilidad al ruido por parte de los vecinos. Se ha observado una reducción de hasta 25 dB(A) en vehículos que han adoptado medidas de reducción de ruido.
10. Identificación de vehículos ruidosos	Los vehículos dotados de silenciadores ilegales pueden generar una emisión de ruido excesiva, sobre todo las motocicletas. Es necesario realizar controles en los talleres para reducir el impacto acústico. La reducción por este control en motocicletas es de 5 a 10 dB(A)
11. Reparto de mercancías más silencioso en horario nocturno	Para evitar problemas de congestión, es posible que sea preferible realizar el reparto en horario nocturno. El uso de equipos de carga y descarga y vehículos de baja emisión, junto con la formación del personal, puede hacer que las operaciones se efectúen de una forma silenciosa y por tanto tolerable durante la noche.
12. Gestión del tránsito: relaciones básicos ruido- tránsito.	El cambio en el volumen de tránsito afecta a los niveles de ruido. Si los parámetros de composición del tráfico, velocidad y conducción permanecen invariables, el carácter logarítmico de la escala de dB implica que una reducción del 50% en el volumen de tráfico genera una reducción de 3 dB en los niveles de ruido. Sin embargo,

	<p>la reducción del volumen de tráfico puede generar un aumento de la velocidad, por lo que se deben adoptar medidas complementarias. Otro factor relevante es la composición del tráfico. Un vehículo pesado puede generar un gran impacto en horario nocturno, por lo tanto la gestión de rutas y horarios también es relevante. Otros factores relevantes de considerar son la velocidad y el estilo de conducción. Por esto mismo, la gestión del tránsito debe verse como un proceso integrador y complejo, y no como medidas aisladas de reducción de flujo o velocidades.</p>
13. Reducción e imposición de los límites de velocidad	<p>Las reducciones de velocidad por medio de señales varían de un sitio a otro, y por tanto los efectos sobre el ruido también variarán. Cabe esperar reducciones de hasta 3 dB(A). La imposición de estas medidas deben estar apropiadamente planificadas, de modo de buscar, además, el cumplimiento de las mismas.</p>
14. Badenes y plataformas	<p>Un modo eficaz y muy común de reducir la velocidad, y por esto posiblemente los niveles de ruido, son las desviaciones verticales en forma de badenes o plataformas. Sin embargo, su diseño debe ser elegido con cuidado, de manera de no entorpecer el flujo vehicular, pues algunos conductores no se preocupan por la presencia de estos elementos, lo que generaría un aumento en el nivel de ruido.</p>
15. Chicanas	<p>Entendidas por sinuosidades y curvas que permiten la reducción de la velocidad. También pueden ser generadas a partir de discontinuidades en el trazado de la calzada a través del ensanche de las aceras y área para el peatón o la incorporación de bandejones, jardineras, árboles, topes, luminaria, ciclo-vías y áreas de estacionamiento. Pueden ubicarse en uno o en ambos carriles. Los conductores tienen que frenar para comprobar el tránsito que viene antes de introducirse en el área de la chicana. Para este tipo de modificaciones es necesario estudiar todos los factores que intervienen en su eficacia y diseño. Cuanto más tránsito hay en la vía con este tipo de chicanas, con más frecuencia tendrán que acelerar y desacelerar los vehículos, lo que puede aumentar el nivel de ruido y el tipo de sonido transformándose en más perceptible y más molesto.</p>
16. Rediseño del espacio de las calles	<p>Para los conductores, la claridad y dominio sobre el recorrido de una vía determina la seguridad y velocidad con que por ella se transita. Lo anterior tiene que ver por ejemplo con la posibilidad de supervisar una gran parte de la calle, la anchura de la misma, el espacio destinado a los distintos medios de transporte, etc. Algunas de las posibles medidas son el estrechamiento de los carriles destinando más espacio a los peatones, los ciclistas o el aparcamiento, la plantación de árboles para crear la sensación de calle estrecha, el estrechamiento de carriles en las intersecciones, carriles-bici y senderos para peatones, etc. Según el volumen de tráfico y su composición, habrá que calcular los niveles en cada caso antes de implementar ninguna medida.</p>
17. Diseño de los cruces	<p>El diseño de un cruce (rotondas, intersecciones ordinarias con o sin semáforos) influye sobre las emisiones acústicas. Las reducciones obtenidas en las</p>

	<p>rotondas en comparación con los cruces dependerán del tránsito y de la ubicación tanto del cruce como de la rotonda. Las mini-rotondas si tienen un diseño adecuado, pueden reducir el ruido como consecuencia de la disminución de la velocidad y de un estilo de conducción más constante. A partir de estos datos, parece que el ruido (LAeq) se puede reducir en un máximo de 4 dB.</p>
18. Ondas verdes para aliviar el tránsito	<p>Las ondas verdes son definidas como aquellas vías en las cuales existe una secuencia de señales coordinadas en algunas intersecciones, para que el tráfico fluya en una dirección sin tener que detenerse en los semáforos rojos. Este hecho facilita una conducción más suave y por tanto, es probable también que las emisiones acústicas sean más bajas. Sin embargo, el potencial de esta medida depende mucho del estado de la red de carreteras locales y del diseño de los programas de onda verde vigentes. Así, los niveles LAeq pueden disminuir 4 dB en las intersecciones, pero también que pueden aumentar hasta 3 dB entre una intersección y otra como consecuencia del aumento de la velocidad y del incremento del flujo de tráfico.</p>
19. Reducir el volumen de tránsito	<p>La reducción del volumen de tránsito puede contribuir a disminuir el ruido también. Sin embargo, es necesario reducir drásticamente el volumen de tránsito para obtener una reducción considerable del ruido (e.g. una reducción del 50% para que el ruido baje 3 dB). Por otro lado, es necesario analizar detenidamente que un peaje urbano, por ejemplo, y otras medidas para reducir el volumen de tráfico disminuyan los niveles de ruido si la reducción del flujo y congestión genera un aumento de la velocidad en los vehículos.</p>
20. Prohibiciones sobre los camiones	<p>La prohibición de circulación de camiones (durante un horario definido, permitiendo únicamente la carga/descarga en horario matinal por ciertas carreteras o en zonas más amplias apenas influirá la mayoría de las veces en los niveles LAeq, pero probablemente reducirá el número de peak sonoros y por tanto las alteraciones en el sueño y la molestia de las personas que viven junto a las carreteras. Tanto los efectos por el día como los efectos por la noche dependen de las condiciones del tráfico local. En algunos países se prohíbe a los camiones circular de noche, y los muestran efectos sobre los niveles LAeq durante la noche (22.00-05.00) de hasta 7,2 dB. Otros estudios con modelaciones entregan resultados en reducción de 6 dB aproximadamente en los niveles Lden.</p>

Fuente: [www.silence-ip.org](http://www.silence-ip.org)

De las recomendaciones dadas en la tabla 7, podemos señalar lo siguiente:

- Todas las medidas señaladas son de carácter complementarias, es decir ninguna de ellas pueden ser aplicada de manera individual.
- Debe existir una coordinación entre los diversos actores locales (municipio con sus direcciones de obras, asesor urbanista, dirección de administración y patentes, dirección de tránsito, aseo y ornato, unidad de medio ambiente, etc.;

las empresas sanitarias, de electricidad, telefonía y televisión por cable; los organismos públicos encargados de la urbanización y el estado de las calles y la infraestructura de la urbe; los organismos de gestión ambiental; las inversiones a nivel de comuna por parte del Gobierno regional; además de la participación de las organizaciones comunitarias y la comunidad en general.

- En el mismo sentido se debe aprovechar la ocasión de reparación, sustitución, canalización o pavimentación como una OPORTUNIDAD de coordinación de intereses y recursos, minimizando los costos de ejecución e implementando soluciones complementarias que permitan resolver problemas diversos del medio ambiente urbano y la calidad de vida de la población.
- Muchas de las medidas tiene costos que no requieren de grandes recursos, sino más bien de una adecuada planificación que permita ir sumando acciones concertadas y acordadas que permitan mejorar la calidad acústica del territorio comunal.
- Muchas de estas medidas y recomendaciones permiten iniciar un estudio serio y profundo para la implementación de una política de control del ruido, lo que podría devenir en una reglamentación acústica.
- Instrumentos como los mapas de ruido, permiten monitorear el estado del territorio respecto a su condición acústica, que al ser complementado con indicadores que demuestran la cantidad de personas afectas a niveles sonoros significativos y molestos, permiten prevenir sus consecuencias y corregir las acciones a implementar.

### **3.8 Uso del suelo. Norma ISO 1996.**

La segunda parte de la norma ISO 1996, Obtención de Información Relacionada con el Uso del Suelo, menciona que el objeto de la norma es el de proporcionar métodos para la obtención de información que describa el ruido medio ambiental. Utilizando esta información como base y de acuerdo con los respectivos niveles de ruido, las autoridades pueden establecer algún sistema para determinar el uso apropiado del suelo de un área específica, o que las fuentes de ruido existentes o que se planea instalar dentro de dichas áreas, estén de acuerdo con el respectivo uso establecido del suelo. Así mismo, esta norma describe los métodos para la obtención de información del ruido ambiental de una forma uniforme, en un área específica del suelo y que permita evaluar la compatibilidad de cualquier actividad existente o proyectada acorde con el mismo uso del suelo. La norma ISO 1996 define como uso del suelo a cualquier uso, existente o proyectado para el futuro, de un área delimitada del suelo.

Para los propósitos de obtención de información de ruido relacionada con el uso del suelo, se requiere de la siguiente información básica:

- Descripción geográfica del área en consideración,
- Descripción de las principales características de las fuentes de ruido relacionadas con el área.
- Descripción de la situación del receptor, como localización, ocupación, uso y características de los alrededores más cercanos.

Tanto a nivel internacional como nacional, existen algunas orientaciones con respecto a los usos del suelo y en las investigaciones sobre los efectos del ruido en la salud humana se incluyen estos conceptos con alusiones muy débiles y puntuales (zona hospitalaria, zona escolar, etc.), sin embargo, no se encuentra una unidad de criterio que permita efectuar una comparación entre ellas.

Todas las clasificaciones por usos del suelo son muy disímiles o no existen y dependen de las apreciaciones particulares de la autoridad que emite la respectiva normativa. En la tabla 8 se presenta un resumen de las clasificaciones de usos de suelos incluidas en algunas normatividades a nivel general, país o local.

**Tabla 8: Clasificaciones de usos de suelos según diferentes normatividades.** Se observa que no existe uniformidad respecto de la clasificación de los usos de suelo.

Normativa	Clasificación
ISO 1996, General	Las autoridades pueden establecer algún sistema para determinar el uso apropiado del suelo de un área específica.
Directiva 2001/49/CE Parlamento Europeo. General	Recomienda hacer ordenamientos territoriales para planificaciones acústicas.
Ley de ruido 37/2003 España. General	Residencial recreativo y de espectáculos, terciario, sanitario, docente y cultural, generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que os reclamen, espacios naturales. Además, libertad para efectuar las clasificaciones y relimitaciones de las áreas acústicas correspondientes.
Norma Oficial Mexicana NCM-081-ECOL-1994. Particular.	No establece ninguna relación con los usos de suelo o zonas de ruido
Ley 435.Reglamento de prevención de la contaminación ambiental por ruido. Ecuador. Particular.	No menciona la clasificación por usos de suelo o aplicaciones de terreno
Decreto ejecutivo N° 306 de 2002 Panamá. Particular	Reglamento para el control de los Ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales. No posee ninguna referencia a usos del suelo distintos a los ya mencionados, no posee relación alguna con planes de ordenamiento o similares.
Decreto 326/2003, Junta de Andalucía. España. Particular	Tipo I: Área de silencio, alta sensibilidad, sanitario, docente, cultural, espacios naturales protegidos, salvo zonas urbanas. Tipo II: Área levemente ruidosa, considerable sensibilidad, residencial, zonas verdes, no incluye zonas de transición, adecuaciones recreativas, Campamentos de turismo, aulas de la naturaleza y senderos. Tipo III: Área tolerablemente ruidosa, moderada sensibilidad, hospedajes, oficinas o servicios, comercial, deportivo, recreativo. Tipo IV: Área ruidosa, baja sensibilidad acústica, industrial, portuaria, Servicios públicos, no comprendidos en los tipos anteriores. Tipo V: Área especialmente ruidosa, nula sensibilidad acústica, sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte, autovías, autopistas, rondas de circunvalación, ejes ferroviarios, aeropuertos y áreas de espectáculos al aire libre.

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM República del Perú Particular	Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial
Reglamento General sobre el Ruido Brasil Particular	Zonas sensibles, zonas mixtas: áreas destinadas a uso habitacional, existentes o previstos, así como para las escuelas, hospitales, espacios de recreación y ocio y otros espacios utilizados como los lugares de retiro o recogimiento. Zonas existentes o previstas en los instrumentos de planeación territorial cuya destinación se ha cambiado a otros usos distintos para los cuales fueron asignados inicialmente en las respectivas áreas sensibles, como por ejemplo para el comercio o los servicios.
Ley de Protección contra la Contaminación Acústica Generalitat Valenciana Particular	Áreas para efectos de elaboración de mapas: Principales vías de comunicación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas industriales y recreativas</li> <li>• Áreas residenciales y comerciales.</li> </ul> Áreas especialmente protegidas por estar destinadas a usos sanitarios y docentes. Áreas especialmente protegidas por los valores ambientales que residen en las mismas y que precisan estar preservados de la contaminación acústica. Áreas de los centros históricos De acuerdo con el uso dominante: Sanitario y Docente; Residencial; Terciario; Industrial; Cultural; Recreativo; Docente; Comercial; Administrativo y Oficinas.
Ley de Protección Contra la Contaminación Acústica Galicia Particular	Zona de alta sensibilidad: áreas sanitarias, docentes, culturales o espacios protegidos. Zona de moderada sensibilidad: viviendas, hoteles o zonas de especial protección como los centros históricos. Zona de baja sensibilidad: restaurantes, bares, locales o centros comerciales. Zona de servidumbre: sistemas de infraestructuras viarias, ferroviarias u otros equipos públicos que las requieran.
Ley de Control de la Contaminación Acústica Ciudad Autónoma de Buenos Aires Particular	Ambiente exterior: Tipo I: área de silencio, zona de alta sensibilidad acústica, hospitalario, educativo, áreas naturales protegidas y áreas que requieran protección especial. Tipo II: área levemente ruidosa, zona de considerable sensibilidad acústica, residencial. Tipo III: área tolerablemente ruidosa, zona de moderada sensibilidad acústica, comercial. Tipo IV: área ruidosa, zona de baja sensibilidad acústica, industrial. Tipo V: área especialmente ruidosa, zona de muy baja sensibilidad acústica, sectores afectados por infraestructuras de transporte (público automotor de pasajeros, automotor, autopistas, ferroviario, subterráneo, fluvial y aéreo) y espectáculos al aire libre. Ambiente interior Tipo VI: área de trabajo, zona del interior de los ambientes de trabajo. Tipo VII: área de vivienda, zona del interior de las viviendas y usos equivalentes.
Ley 16/2002 de Protección contra la	Zona de sensibilidad acústica alta (A): protección alta contra el ruido.

Contaminación acústica Generalidad de Cataluña Particular	Zona de sensibilidad acústica moderada (B): percepción media de ruido. Zona de sensibilidad acústica baja (C): percepción elevada de ruido.
Decreto Supremo N° 146. Norma de emisión de ruidos molestos generados por las fuentes fijas Chile Particular	Zona I: Aquella cuyo uso de suelo permitido corresponde a habitacional y equipamiento a escala vecinal. Zona II: Aquella comprendida por Zona I y equipamiento a escala comunal y regional. Zona III: Aquella comprendida por Zona II y que además permite industria inofensiva. Zona IV: Aquella cuyo uso de suelo permitido corresponde a Industria inofensiva y o molesta.

Fuente: IDEAM 2005.

### 3.9 Bibliografía específica.

- Antillanca, P, 2005. Influencia de la actividad turística en el ruido ambiental de una ciudad pequeña. Caracterización acústica de Castro. Universidad Austral de Chile.
- Bruel y Kjaer. 2000. Sound & Vibration measurement A/S. Ruido Ambiental. División of Spectris España, S.A.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002. Diario Oficial n° L 189 de 18/07/2002 p. 0012 – 0026.
- Environmental Protection Agency. Equivalent Sound Level and Its Relationship to Other Noise Measures, Appendix A in Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Safety Margin, U.S., (EPA/ONAC 550/9-74-004). 1974.
- Harris Cyril M.,1995. Manual de medidas acústicas y control del ruido. 3ª ed. McGraw Hill. España.
- Hede A 1998. Environmental noise regulation: A public policy perspective. In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98), Vol. 2, pp. 687-96. Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia.
- IDEAM. Comparación de la Normatividad Nacional e Internacional en Materia de Calidad del Aire, Fuentes Fijas, Fuentes Móviles, Ruido y Calidad de Combustibles. 2005.
- ISO International Standard. (1979). ISO 2204. "Acoustic – Guide to international on the measurement of airborne acoustic noise and evaluation of its effects on human beings". Suiza.
- ISO International Standard. (1982). ISO 1996/1 "Acoustic – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures". Suiza.
- ISO International Standard. (1987). ISO 1996/2 "Acoustic – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use". Suiza.
- ISO International Standard. (1987). ISO 1996/3 "Acoustic – Description and measurement of environmental noise – Part 3: Application to noise limits". Suiza.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas
- World Health Organization,1999. Guidelines for Community Noise Edited by Birgitta Berglund , Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela. Geneve. Suiza.
- [www.oms.org](http://www.oms.org)
- [www.EPA.gov](http://www.EPA.gov)

- [www.zaragoza.es](http://www.zaragoza.es)
- [www.madilario.es](http://www.madilario.es)
- [www.ecoamerica.cl](http://www.ecoamerica.cl)
- [www.valencia.es](http://www.valencia.es)
- <http://hoxe.vigo.org>
- [www.Conama.cl](http://www.Conama.cl)
- <http://www.cedex.es>
- [www.sinis.cl](http://www.sinis.cl)
- [www.elruido.com/portal/web/miranda-de-ebro/metodologia-para-la-gestion-del-ruido](http://www.elruido.com/portal/web/miranda-de-ebro/metodologia-para-la-gestion-del-ruido).



**CAPÍTULO IV**  
**CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SALUD**



Físicamente, no hay distinción entre el sonido y el ruido. El sonido (lat. sonitus) es una sensación producida en el órgano auditivo por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido en un medio elástico, como el aire (Suárez, E.A., 2002). El hombre se encuentra expuesto a muchos estímulos sonoros de manera cotidiana. Alguna de estas ondas sonoras que inciden sobre nuestros oídos contienen información deseada y útil, otras por el contrario no son deseadas ni agradables. El conjunto de estos sonidos no deseados reciben el nombre de ruido (lat. rugilus).

La definición de ruido ha sido abordada por numerosos autores a lo largo las últimas décadas. Según Harris, C.M., 1998, ruido es un sonido no deseado. Para Kryter. K.D, 1994, el ruido se define como la energía acústica audible (o sonido) que no es deseada porque tiene efectos adversos, auditivos y no auditivos, psicológicos o fisiológicos sobre las personas.

La definición de ruido como sonido no deseado debe ser matizada y completada, ya que no todos los ruidos son percibidos como "sonidos no deseados". El concepto de ruido tiene una componente subjetiva y en él influyen factores psicológicos y sociales, aunque también factores fisiológicos. Existen sonidos, que aunque deseados y agradables en el momento de la exposición, provocan efectos adversos sobre la salud. Existe una diversidad de efectos provocados por el ruido en el ser humano. Algunos de ellos son fáciles de identificar y cuantificar, mientras que el conocimiento de otros presenta serias dificultades, ya sea por problemas prácticos, metodológicos, tecnológicos o éticos.

Tradicionalmente, el efecto fisiológico resultante de la exposición al ruido más conocido y estudiado es la pérdida auditiva, debido a que la relación causa efecto es bastante directa, ya que se trata de una patología detectable y evaluable con la tecnología médica y acústica disponible, aún no conociéndose perfectamente todos sus mecanismos. Sin embargo, en las últimas décadas se han identificado otros efectos, tanto fisiológicos como psicológicos, de carácter extra-auditivo, provocado por la exposición al ruido conocido, como son las alteraciones no otológicas producidas por el ruido.

Si bien es cierto, la Contaminación Acústica es un problema actual, no podemos considerarlo como nuevo. Desde hace casi 2000 años se conoce que la exposición a ruidos intensos produce pérdida auditiva. Plinio el Viejo, naturalista y escritor romano, en su Historia Natural describió la sordera de los pobladores próximos a las cascadas del río Nilo (Tolosa, F., 2003).

Otra referencia destacada a este respecto, es la del inglés Lord Francis Bacon quien, en 1627, describe varios de los efectos que acontecen tras una exposición prolongada a una intensa fuente sonora. Así textualmente comenta:

"Yo mismo, estando cerca de un ruido estridente, (similar al usado para llamar a un halcón) tuve, de repente, una sensación como si algo se hubiese roto o dislocado en mi oído, e inmediatamente después un zumbido intenso,... Yo temí alguna sordera. Pero, tras aproximadamente un cuarto de hora, desapareció..."

Tratando de las consecuencias irreversibles de la exposición al ruido, Bacon dice: "Un ruido intenso y próximo es la semilla de muchas sorderas". Fue este mismo autor quien describió el fenómeno de enmascaramiento: "Los sonidos se alteran y distorsionan unos a otros. A veces son ahogados por otros ruidos haciéndolos inaudibles; a veces chirrían entre sí llevando a la confusión al oyente y, en ocasiones, se acoplan mutuamente constituyendo una armonía".

C.H. Parry, en 1825, describe casos de pérdida parcial o total de la audición de forma temporal o permanente ocasionados por el ruido.

Es conocida también la descripción del caso del almirante Rodney, quien quedó casi completamente sordo durante 40 días tras la descarga de los 80 cañones de su navío "Formidable". La historia habla de un oficial que resultó con una sordera total y permanente debido a los repetidos disparos de un cañón a su mando durante la batalla de Copenhague, en 1782.

Existen, pocas o ninguna duda de que previo a la Era Industrial fueran perfectamente conocidos los efectos traumáticos del ruido. La primera cita de sordera, en concepto de enfermedad laboral, se encuentra en la obra clásica sobre enfermedades profesionales de Ramazzini, en el año 1700.

A partir del siglo XIX, con la Revolución Industrial, la culminación de la industria pesada, el incremento de los medios de transporte, la utilización del ruido en las actividades lúdicas y el aumento de la densidad de la población, han hecho que los niveles sonoros hayan ido creciendo, convirtiéndose en un importante problema medioambiental.

Aparentemente, la pérdida progresiva de la audición, asociada a la exposición repetida a ruidos no demasiado intensos, no es reconocida hasta la llegada de la Era Industrial de la que hablamos, que es cuando comienza a ser considerada como una enfermedad ocupacional. Ya en 1854, Prusia requirió de los empleados que contribuyeran a los fondos de la asociación para la enfermedad. En 1884, Alemania adoptó el primer sistema de compensación, basado fundamentalmente sobre la tesis que la lesión industrial formaba parte del costo de manufactura que debía añadirse al precio del producto. Inglaterra en el año 1897 dictó una ley al respecto. No obstante, lo anterior Estados Unidos, aprobó en 1908 la primera ley de compensación, la cual cubría a los empleados civiles del gobierno federal. En 1910, la primera ley estatal había sido formulada, y en 1915, 30 estados poseían leyes de compensación.

Fundamentalmente a partir de los últimos 25 años la preocupación por el ruido se ha hecho más patente, es así como, en 1977, la Organización Mundial de la Salud (OMS) crea un grupo de trabajo que expone en Bruselas los Criterios de Salud Ambiental aplicables al ruido.

La Comunidad Económica Europea (C.E.E.) declara a 1987 como Año Europeo del Medio Ambiente y se crean una serie de normas para la prevención y medios de protección del mismo, incluyéndose un apartado que hace relación al ruido como uno de los agentes contaminantes medioambientales de mayor importancia.

Por otra parte, el Libro Verde de la Comisión Europea (Bruselas, 1996), indica que el ruido ambiental, causado por el tráfico y las actividades industriales y recreativas, constituye uno de los principales problemas medioambientales en Europa, y es el origen de un número cada vez mayor de quejas por parte del público. Sin embargo, por regla general, las acciones destinadas a reducir el ruido ambiental han sido menos prioritarias que las destinadas a combatir otros tipos de contaminación, como por ejemplo la atmosférica o la del agua.

El Quinto Programa de política y actuación medioambiental de 1993 empezó a corregir esta situación e incluyó una serie de objetivos básicos con respecto a la exposición al ruido que se deberían alcanzar en el año 2000, mientras que la reciente propuesta de revisión del Quinto programa (COM (95) 647) anuncia el desarrollo de un programa de reducción del ruido con acciones destinadas al cumplimiento de estos objetivos.

El Libro verde representa el primer paso para desarrollar dicho programa y aspira a estimular el debate público sobre el planteamiento futuro de la política sobre el ruido. Pasa revista a la situación global del ruido y las medidas comunitarias y nacionales adoptadas hasta ese momento y establece un marco de actuación que permitirá mejorar la información y su comparabilidad y examinar las opciones futuras para la reducción del ruido procedente de diversas fuentes.

El ruido ha sido estudiado desde diferentes puntos de vista en función de las lesiones que puede ocasionar: Alteraciones fisiológicas, psicológicas e incluso sociológicas, encontrándose entre ellas la hipoacusia, la depresión, el estrés, la irritabilidad ante la familia o la sociedad, etc.

Se calcula que es, directa o indirectamente, el responsable del 11 % de los accidentes laborales, y que la hipoacusia que desencadena ocupa el tercer lugar en lo que a enfermedades profesionales se refiere. Esto se debe a que las conexiones indirectas entre el sistema auditivo y los sistemas nerviosos central y neuroendocrino, desencadenan una cascada de fenómenos que justifican la gran variedad de afecciones que hemos reseñado y que no se limitan, exclusivamente, a la alteración auditiva.

El término ruido se usa habitualmente para designar un sonido no deseado, incómodo o molesto, cuya intensidad y consecuencias son objetivables. La naturaleza de dicha definición presupone una amplia gama de reacciones por parte de las distintas personas de un grupo ante el mismo sonido, pero si el sonido es suficientemente molesto o duradero, o ambas cosas a la vez, o si posee alguna determinada peculiaridad en su calidad o ritmo, será considerado como desagradable por la mayoría de los oyentes. El criterio es, desde luego, subjetivo a la hora de calificar un sonido como ruido. Ya decía Napoleón que la música era el menos desagradable de los ruidos, aunque ruido al fin.

El término inglés "annoyance", con sus equivalentes en castellano de molestia, incomodidad, fastidio o engorro, representa el desplacer o la situación de malestar o resentimiento ocasionado por el ruido, por su presencia física misma o por las implicaciones a que da lugar. Partiendo de este concepto, es evidente la falta de métodos directos de medida de dicha incomodidad como tal, aunque sí se podría establecer, a falta de métodos de estudio directos, unas valoraciones indirectas de la misma, mediante el empleo de encuestas de población sobre las reacciones ante el ruido, e intentar deducir así algunas de las indicaciones cuantitativas de la forma en

que el ruido interfiere en el tipo de vida. Audiológicamente hablando, se define como ruido aquel sonido excesivamente alto que es capaz de dañar la audición.

#### **4.1. Exposición a ruido como riesgo laboral. Análisis histórico.**

La relación del hombre, tanto con los sonidos, como con la enfermedad laboral, es tan antigua como su propia existencia. En el caso de los sonidos de la música y de la palabra, su presencia se encuentra profundamente arraigada en el pasado evolutivo del hombre. Los primeros instrumentos musicales se remontan al Paleolítico, construidos en un primer momento a partir de materiales de origen vegetal y animal, y posteriormente, utilizando piedra, madera y cuero. Posiblemente el primer instrumento inventado fue el raspador. Uno de los más antiguos se encontró en el yacimiento de Schülen (norte de Bélgica). En el Paleolítico superior su distribución era muy amplia y en el Neolítico era ya prácticamente mundial.

A finales del Neolítico nacen las primeras culturas bajo las civilizaciones fluviales de Mesopotamia y Egipto, apareciendo nuevos instrumentos como el sistro, el crótalo: el arpa, la lira, el sábit, y otros instrumentos de viento. La interacción de la cultura egipcia con otras culturas como la griega y posteriormente la romana, hizo que éstas importaran los conocimientos musicales adquiridos por los egipcios, que a su vez se habían nutrido del saber de asirios, babilónicos y sumerios.

En lo que respecta a la preocupación de nuestros antepasados por el conocimiento de las enfermedades de los trabajadores, también se remonta a la antigüedad. Los primeros antecedentes los encontramos en los pocos papiros sobre medicina egipcia que han sobrevivido hasta hoy. Algunos de ellos sugieren que pudo haber habido algunos médicos que se ocuparon de la audición en el antiguo Egipto. El documento científico más antiguo conocido, el Papiro Médico de Edwin Smith (~1700 a. C), incluye descripciones de las lesiones producidas en una batalla en los huesos temporales, y cómo estas lesiones afectaron a la audición y a la voz del herido. En un tratado de medicina y farmacología de ~1500 a.C, conocido como Papiro de Ebers, existe un capítulo sobre medicamentos para personas con problemas auditivos (Hawkins, J.E., 2004a).

Siglos más tarde, Hipócrates (siglo V a.C.), cuyo principal aporte para el conocimiento de la ciencia médica fue el descartar los argumentos religiosos en la etiología de la enfermedad y considerar diferentes elementos relacionados con la aparición de padecimientos, fue el primero en proponer tratamientos para enfermedades y accidentes presentados por trabajadores mineros y metalúrgicos, cuyas peligrosas actividades evidenciaban la relación entre el trabajo realizado y sus efectos nocivos para la salud (Palacios, M.E., 2002).

La ciencia del sonido, como tal, tuvo su origen en el estudio de la música y de las cuerdas vibrantes por parte de Pitágoras (570-497 a.C.). Este filósofo y su maestro, Tales de Mileto (640-546 a.C.), fueron los pioneros intelectuales que introdujeron las matemáticas en la cultura de la antigua Grecia.

Las primeras referencias sobre el ruido, como agente molesto, se realizan en la antigua ciudad griega de Síbaris, hacia el año 600 a.C., los artesanos que trabajaban con el martillo eran obligados a realizar sus trabajos en el exterior del perímetro amurallado de la ciudad para evitar molestias al resto de ciudadanos. De la misma manera, se prohibía la tenencia de gallos u otros animales que perturbaran el reposo

nocturno (García, B. y col., 2003). Se trata de la primera "protolegislación" orientada a la clasificación de actividades en función de la molestia ocasionada por éstas (Gil-Carcedo, L.M., y col., 1993).

En los textos antiguos aparecen evidencias de cierto conocimiento de los problemas y fenómenos de los que actualmente se ocupa la acústica arquitectónica. Sirva como ejemplo el conocimiento de las propiedades absorbentes de los materiales que se cita en el Antiguo Testamento, donde se describe como habían de colocarse las cortinas de pelo de cabra en el Tabernáculo, superando en mucho la longitud del perímetro del Templo (Éxodo xxvi, 7-13), o en el tratado aristotélico *Problemata*, donde se plantean cuestiones acerca de las propiedades absorbentes de la paja depositada en el suelo de los escenarios, o de la reverberación en las casas encaladas (Vera, J., 2005).

La escuela Jónica fundada por Tales de Mileto, y la Pitagórica dominaron el progreso científico e intelectual a lo largo de un milenio. Los seguidores de Pitágoras formaron un selecto grupo entre los que no estaba permitida la revelación de los secretos de su filosofía a personas ajenas a su grupo, bajo el principio de "seguridad bajo secreto". Debido a este secretismo, los documentos existentes que trataron la doctrina pitagórica son fragmentos atribuidos a Filolao de Crótona (S. V a.C.). Las contribuciones de la escuela pitagórica a la ciencia del sonido se ocuparon, en primer lugar del estudio de los intervalos musicales, la rama de la musicología mencionada con frecuencia en los escritos antiguos bajo el nombre de "harmonía". Las consonancias musicales conocidas como la octava, la quinta y la cuarta se conocía con anterioridad a Pitágoras, pero el éxito de Pitágoras fue el identificar dichas consonancias mediante números enteros simples. Los primeros experimentos se basaron en juicios auditivos. Posteriormente se utilizó como elemento de juicio para interpretar todos los fenómenos las matemáticas (Hunt, F.V., 1992).

En la Grecia antigua, al igual que anteriormente ocurrió en Egipto, se practicaban observaciones del cuerpo humano. A Alemeón de Crótona (S. V a.C.) se le considera como el primer neuroanatomista, ya que realizó disecciones observando los nervios craneales. Algunos autores sugieren que pudo haber descubierto el Tubo de Eustaquio. La cóclea probablemente fue descubierta por Empédocles de Akragas (495-435 a.C.), que impresionado por su forma, le dio el nombre de *κόχολιζ* en honor a la caracola de mar de la que se extraía el tinte púrpura de Tyrian (Hawkins, J.E., 2004a).

Retomando la evolución histórica del estudio del sonido y de la acústica, la Escuela Pitagórica intentó atribuir armonía musical a la organización de los cuerpos celestes. Aristóteles (384-322 a.C.) teorizó sobre el ruido que deberían producir los cuerpos celestes al moverse. El mismo Aristóteles estableció la teoría del "Aer Implantus" para tratar de explicar el mecanismo de la audición, según la cual las vibraciones del aire resultantes de las colisiones entre cuerpos era identificadas como sonidos al producir una vibración en el aire contenido en el oído, considerando que la cóclea actuaba de manera similar a una caracola (Muñiz, J.F., 2005).

Más adelante, Alejandro de Afrodisias (S. III a.C.) teorizó sobre el tipo de sonido que deberían emitir los planetas, siendo, según él, el de los planetas grandes un sonido grave al describir movimientos lentos y el de los planetas pequeños sonidos agudos, al describir movimientos rápidos, concluyendo que el efecto combinado de ambos producía armonía (Hunt, F.V., 1992).

La contribución más duradera que hizo Pitágoras sobre la teoría acústica fue el establecimiento de la proporcionalidad inversa entre el tono y la longitud de una cuerda vibrante. Pitágoras y sus discípulos observaron que el sonido producido por los martillos al golpear el yunque variaba con el peso de los mismos; a partir de este fenómeno descubrieron que existía una relación entre las cuerdas vibrantes y el tono que los sonidos emitían (Recuero, M., 1999a).

Existen dudas acerca de si Pitágoras llegó a comprender verdaderamente el significado de la frecuencia. Dos discípulos suyos, Architas de Tarento (430-384 a.C.) y Eudoxo de Cnido (400-347 a.C.) alcanzaron cierta comprensión cualitativa sobre esta relación. De alguna manera relacionaron movimiento y tono, afirmando que un movimiento rápido se correspondía con un tono agudo, porque viaja a través del aire de forma más rápida y continua, y un movimiento lento correspondía con un tono grave, porque es menos activo. El mismo Architas de Tarento afirmaba que la generación del sonido "es imposible a menos que ocurra un golpe de un objeto contra otro" (Hunt, F.V., 1992).

La escuela pitagórica creía que la velocidad del sonido variaba con la frecuencia. En la época de Aristóteles (384-322 a.C.) esta teoría comienza a ser cuestionada. Teofrasto de Éreso (372-288 a.C.) razonó: "la velocidad de la nota más elevada no difiere de la más baja, ya que si lo hiciera antes reteniendo la propagación, entonces no serían concordantes. Si son concordantes, ambas notas tienen la misma velocidad". Precisamente esta misma línea de razonamiento fue utilizada por Jean Henri Hassenfratz (1755-1827) cuando demostró mediante experimentación directa que los sonidos concordantes de dos campanas golpeadas de forma simultánea podían escucharse a una distancia de medio kilómetro sin modificación de la consonancia. El mismo Teofrasto de Ereso, en su Tratado sobre los sentidos, afirmaba que "la audición depende de la penetración del sonido al cerebro"... "El órgano de la audición está unido, físicamente con el aire, y porque está en el aire, el aire dentro se mueve al mismo tiempo que el aire de fuera" (Hunt, F.V., 1992).

Platón (428-347 a.C.) por su parte no realizó grandes aportes a la ciencia del sonido, si bien si lo hicieron en cambio discípulos suyos como Aristóteles, aunque éste teorizó sobre las causas que origina la audición: "Podemos, en general, asumir que el sonido es un soplo que pasa a través de los oídos, y se transmite a través del aire, los cerebros y la sangre hasta el alma. Y lo escuchado es la vibración de ese soplo que comienza en la cabeza y termina en la región del hígado... El sonido que se mueve rápidamente es agudo, y el sonido que se mueve lentamente es grave, y el que es regular es uniforme y liso y el reverso es discordante."

Alcmeón de Crótona (S. V a.C.) desarrolló igualmente teorías propias acerca de los mecanismos y causas que posibilitan la audición, afirmando que: "la audición se realiza por medio de los oídos, porque su interior es un espacio vacío, y ese espacio vacío resuena" (Hunt, F.V., 1992).

Sorprenden estas afirmaciones del hígado como órgano receptor y del vacío existente en el interior del oído en contraste con el elevado conocimiento adquirido, para los medios existentes en la época, sobre la anatomía del esqueleto y del sistema circulatorio, entre otros.

Aristóteles, o más bien algún autor de la escuela Aristotélica, realizó las primeras aportaciones sobre la reflexión de los sonidos basándose en los conocimientos de óptica y geometría. En el Tratado del Alma, Aristóteles hace la

siguiente descripción: "lo que se requiere para la producción del sonido es un impacto de dos sólidos uno con otro y contra el aire. La última condición queda satisfecha cuando el aire que golpea por encima no se retira del soplido, por ejemplo si no es disipado por él. Esto es porque de ser golpeado con un soplido agudo repentino, debe sonar, el movimiento del azote debe correr más que la dispersión del aire". En el mismo ensayo trata sobre el eco: "Un eco ocurre cuando... el aire es inicialmente golpeado por el cuerpo golpeador y se pone en movimiento por rebotes... como una pelota contra la pared" (Hunt, F.V., 1992).

La herencia del conocimiento griego sobre los sonidos la recogen los romanos, que realizaron grandes teatros basándose en la tipología griega. Una muestra de ello es el Teatro Romano de Mérida, que se construyó en el año 15-16 a.C., siguiendo importantes criterios acústicos (Recuero, M., 1999a). Los romanos Lucrecio (96 a.C. - 55 a.C.) y Vitruvio (S. I acá) resumieron la filosofía natural griega y estudiaron la acústica de la transmisión y recepción de la palabra y la influencia de las formas de los recintos. Así, Marco Vitruvio Polio, escribía: "La voz es un aliento que fluye, haciendo sensible al órgano de la audición por los movimientos que produce en el aire. Se propaga en un número infinito de zonas circulares, exactamente como cuando una piedra se lanza en un charco de agua estancada... Conforme a la misma ley, la voz también genera movimientos circulares, pero con una distinción, que en el agua los círculos sobre la superficie, se propagan solamente de forma horizontal, mientras que la voz se propaga horizontal y verticalmente" (Hunt, F.V., 1992).

En el concepto de transmisión sonora existente hasta la fecha se revelaba una carencia conceptual sobre la compresión del medio. Lucio Anneo Séneca (4 a.C - 65 d.C), retomó la cuestión preguntándose: "¿Qué es la voz excepto tensión del aire moldeada por un golpe de lengua hasta llegar a ser audible?"..." ¿Qué canción se puede cantar sin la tensión de la respiración? (Hunt, F.V., 1992).

En la antigua Roma ya existían problemas de contaminación acústica. Sirva de ejemplo la epístola LVI de Séneca enviada a Lucilio, en la que éste se quejaba del ruido producido por la actividad de unos baños situados bajo su domicilio. En el Epigrama 57 del libro 12 de Valerio Marcial (40-104) éste se quejaba del ruido producido por "los pedagogos durante la mañana, los panaderos durante la noche, los caldereros con sus golpes, los cambistas retiñendo las monedas en sus mostradores y los majadores sacudiendo el lino" (Recuero, M.,1999a). Plinio el Viejo (23-79) dejó constancia en su tratado *Naturalis Historia*, la observación que hizo de personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, muchas de las cuales desarrollaban sordera.

Aulus Cornelius Celsus (25 a.C. - 50 d.C.) fue el primer médico romano en describir tratamientos para el tinnitus, otitis, sordera y los cuerpos extraños en el interior del oído, así como los métodos quirúrgicos para tratar lesiones en el pabellón auditivo (Hawkins, J.E., 2004a). A esa época corresponden numerosos instrumentos otológicos hallados en excavaciones arqueológicas de villas romanas, como espéculos, ganchos para la extracción de cuerpos extraños, curetas, tenáculas, pinzas, etc. (Vallés, H., 2005).

Galeno (129-201), médico del emperador Marco Aurelio (121-180), en el curso de sus numerosas disecciones de perros y monos, se interesó por el oído interno, maravillándose por su intrincada estructura. Los criterios arbitrarios impuestos por Galeno para el tratamiento de los síntomas de enfermedades, entre las que se incluía la otitis, tinnitus y la pérdida auditiva, fueron seguidos religiosamente durante los siguientes 14 siglos (Hawkins, J.E., 2004a).

Galeno también hizo algunas observaciones referentes a la salud laboral, mencionando la penosa situación de los esclavos y presos que extraían cobre en las minas de Cartagena (Sureste de España), "encadenados y sofocados por el calor o los vapores". Estas observaciones las realizó en un tono costumbrista, y no describiendo un escenario patológico (Rodríguez, E., 2005).

La edad dorada de la antigua Grecia y el esplendor del imperio romano desembocaron en la alta edad media, dominada por el feudalismo y el oscurantismo, propiciado por el choque entre la fe religiosa, tendente al inmovilismo y el racionalismo científico mucho más dinámico. La continuidad de las primeras investigaciones sobre la ciencia acústica y la medicina se quebró en el mundo occidental, pero en contrapartida, continuó en el mundo Islámico, alcanzando su apogeo en los siglos X y XI. Muchos de los testimonios escritos originales de los autores Greco-Romanos se perdieron y han llegado a nuestros días a través de la traducción al árabe de los manuscritos griegos durante los siglos VIII y IX y su nueva traducción al latín en los siglos XII y XIII, cuando se retomó en la cultura occidental.

Los músicos árabes Al-Kindī (800-874), Al-Sarakhsī (m. 900) tradujeron tratados musicales de la antigua Grecia. Durante el mismo período, en el oeste cristiano, encontramos a un monje benedictino, Hucbald (~840-930), que propuso una notación alfabética y fue uno de los primeros en ocuparse de la música polifónica. En la última década del siglo IX, se formó una sociedad secreta al estilo de las antiguas escuelas griegas en la ciudad de Al Basra (Sur del actual Irak) denominada Ikwān al-Safā. Esta sociedad se encargó de compilar más de cincuenta tratados sobre filosofía y ciencias naturales conocidos en su tiempo (Hunt, F.V., 1992). Algo parecido ocurrió con los conocimientos médicos alcanzados hasta entonces en el mundo occidental.

Los primeros movimientos del renacimiento científico en occidente comienzan a aparecer durante el siglo decimoprimeros. La contribución más importante al campo de la música y del sonido fue probablemente realizada por Guido de Arezzo, conocido también por Guido Aretinus (990-1050), responsable de la mayor reforma en los métodos de enseñanza y escritura de la música. Existe un amplio debate acerca de si fue Guido de Arezzo el primero en proponer la designación de notas musicales mediante sílabas habladas, o si por el contrario fueron los árabes (Hunt, F.V., 1992). Existe una leyenda que atribuye a Guido la utilización los fonemas incluidos en las sílabas iniciales de cada hemistiquio del himno de San Juan:

« **Ut** queant laxis  
**Resonare** fibras  
**Mira** truorum  
**Famuli** gestorum  
**Solve** polluti  
**Labii** reatum  
**Sancte Iohannes** »

La séptima nota, si, se añadió a la escala durante el siglo decimotercero y la designación de la nota ut, se cambió por *do* en el siglo XVII.

Se considera que, desde que en la batalla de Niebla (S. XIII), donde se comenzó a utilizar la pólvora con fines militares y la posterior aparición de gran variedad de armas de fuego, todas ellas generadoras de elevados niveles sonoros, surgió una nueva patología auditiva, específica por adición de traumas sonoros agudos, que se conoció como sordera de los artilleros (Gil-Carcedo, L.M. y col., 1993).

El fraile dominico Alfredo Magno (1206-1280) introdujo en Europa las enseñanzas aristotélicas recogidas en textos musulmanes. Como consecuencia de esto, el conocimiento sobre la acústica en la Europa occidental avanzó muy poco desde la época de Aristóteles hasta el siglo XIII, pero los conocimientos fueron recibidos y reintroducidos.

Con respecto a la medicina laboral, durante la edad media la ciencia regresó a la concepción mágico-religiosa de la enfermedad. Para la medicina del trabajo, esto significó un importante retroceso. No fue hasta el año 1473, en el que Ulrich Ellembog (1440-1499) definió los síntomas de envenenamiento por plomo y mercurio, cuando se continuó con el estudio de las enfermedades laborales (Palacios, M.E., 2002).

La preocupación médica continuó en las comarcas mineras centroeuropeas a comienzos del siglo XV. Las primeras enfermedades derivadas del trato con metales, se describieron a comienzos de la edad moderna. En un manuscrito compuesto alrededor de 1473 e impreso en 1524, Ulrich Ellenborg mostró los efectos nocivos del trabajo de los orfebres de Augsburg (Baviera). A la par, otros autores prestaban atención a la abundancia de accidentes traumáticos y de enfermedades respiratorias entre la población minera (tratado de minería de Georg Bauer, conocido como Agrícola (1494-1555) "De Re Metallica" de 1566; Obra de Paracelso "Sobre la epidemia de los mineros y otras enfermedades en las minas" de 1567). Estos estudios se materializaron en el marco de las preocupaciones renacentistas por las "enfermedades nuevas" (Rodríguez, E. y col., 2005).

El lugar común de referencia, para situar el comienzo de una nueva era, tanto en el caso de la acústica, como en el caso de la medicina, se puede ubicar en el contexto del Renacimiento, y más concretamente en la figura de Leonardo da Vinci (1452-1519), que aparte de sus trabajos sobre pintura, escultura, arquitectura e ingeniería, también realizó experimentos sobre anatomía y acústica, investigando la propagación de las ondas en el agua, realizando observaciones sobre el "eco", la velocidad del sonido y las resonancias.

La preocupación de la medicina por la salud de los trabajadores es un rasgo propio del mundo moderno. Debido al auge del comercio y a la implantación de la economía monetaria en Europa, surgió una creciente demanda de metales, lo que unido a la aparición de armas de fuego, incrementó la actividad de las industrias mineras y siderúrgicas durante la época renacentista (Menéndez, A. y col., 2005).

Existe mención de médicos adscritos a minas desde, al menos, el siglo XV, creándose en 1700, en los países centroeuropeos, un puesto oficial denominado Bergmedicus, médico de las minas. Al menos desde mediados del siglo XVI, las minas de cinabrio de Almadén contaron con un médico y un barbero asalariados y también con el suministro gratuito de medicinas y una enfermería para asistir a los trabajadores (Rodríguez, E. y col., 2005).

Uno de los mejores ejemplos de los primeros espacios asistenciales destinados a los trabajadores son los vinculados a las grandes construcciones, como es el caso del hospital para «laborantes» habilitado durante la construcción del Monasterio del Escorial (1563-1599) (Maganto, E., 1992).

En el campo de la anatomía, resurge con fuerza el interés por el estudio del oído. Así, Jacobo Berengario da Carpi (~1479-1540) fue al parecer el primero en observar los huesos del yunque y martillo (Hawkins, J.E., 2004a). En 1551 el físico,

filósofo y matemático italiano Girolama Cardano (1501-1576), escribió en *De Subtilitate* acerca de la conducción ósea del sonido, analizando cómo se transmitía el sonido mediante los huesos a partir del movimiento producido por una astilla sujeta con los dientes. Philippus Ingrassia (1510-1580) fue el primero en describir el hueso del estribo, aunque su descubrimiento no está claro y algunos autores se lo atribuyen a Bartolomeo Eustachi (~1500-1574), Andreas Vesalius (1514-1564) o a Gabriello Fallopio (1523-1562) (Hawkins, J.E., 2004a).

Bartholomeo Eustachi, figura 30, hizo la primera descripción exacta de la membrana timpánica, comparó la cavidad del oído medio con un tambor y lo denominó tympanum, del latín tympanum auris. Reconoció el nervio Timpánico como tal y no como un vaso sanguíneo, como hasta entonces se creía. En su tratado *De morbo gallito* describió el zumbido insoportablemente ruidoso que suele aparecer durante la última etapa de la sífilis. Los discípulos de Eustachi, Girolamo Fabrizi (1537-1619) y Casseri (1556-1616), continuaron con los estudios de éste, subrayando la necesidad de una adecuada iluminación para el tratamiento del oído, mediante luz solar enfocada, o bien mediante velas. Continuaron el estudio anatómico de los huesecillos del oído de animales, investigaron el músculo estapedial, practicaron las primeras traqueotomías y compararon la membrana timpánica con el diafragma de la retina (iris) en los casos de sobreestimulación (Hawkins, J.E., 2004a).

Galileo Galilei (1564-1642) impulsó de nuevo el estudio de la acústica, poniendo de manifiesto que el tono dependía de la frecuencia de las oscilaciones que originan los sonidos, de la masa del cuerpo vibrante, de la longitud y de la tensión a la que estaba sometido (Recuero, M., 1999b). El propio Galileo calculó por primera vez la velocidad del sonido de forma sencilla: un artillero disparó una salva de cañón y Galileo se situó en un cerro a unos 3.500 metros, contabilizando el tiempo transcurrido desde el disparo con un "pulsilogium" de su invención. La velocidad del sonido estimada por Galileo fue de 350 m/s (Tecnociencia, 2005).

**Figura 30: Bartholomeo Eustachi (1510-1574).** Investigador que hace la primera descripción exacta de la membrana timpánica.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

El franciscano francés Marin Mersenne (1588-1648), alumno de Galileo, estudió la frecuencia de las diferentes notas, descubriendo que las cuerdas al vibrar a su propia frecuencia producen simultáneamente, armónicos superiores al fundamental (Recuero, M., 1999b). Al igual que Galileo, Mersenne trató de determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire, midiendo el tiempo de retorno de un eco, cometiendo un error menor a un 10%.

Los estudios anatómicos de oído continuaron durante el siglo XVII. A la luz del nuevo conocimiento desarrollado sobre la estructura interna del oído durante el siglo anterior, se generalizó una tendencia cada vez mayor, especialmente entre los franceses, a especular acerca de su fisiología. El físico, médico y arquitecto Claude Perrault (1613-1688), en su ensayo sobre el ruido "Du Bruit" identificó la "membrana espiral" de la cóclea como el verdadero órgano de audición, indicando que podía dañarse por las fuertes vibraciones ocasionadas por ruidos intensos, y en una edad avanzada podía llegar a secarse (Hawkins, J.E., 2004a).

Los fenómenos ópticos de la refracción, difracción e interferencia fueron por primera vez estudiados durante el siglo XVII y a cada uno de ellos se le otorgó importancia, tanto desde el punto de vista de la óptica, como de la acústica. Willebrord Snel (1591-1626), René Descartes (1596-1650), Pierre de Fermat (1601-1665), Francesco María Grimaldi (1618-1663) fueron algunos de los protagonistas de los experimentos sobre estos fenómenos. A partir de este momento, el conocimiento del sonido se incrementó mucho más rápidamente que el conocimiento de los fenómenos de la luz, más difíciles de observar y medir.

El jesuita alemán Athanasius Kircher (1602-1680) publicó numerosos tratados sobre el sonido. En *Musurgia Universalis* disertaba sobre si el sonido podría escucharse en el vacío, describía numerosos instrumentos, estudiaba la propagación del sonido e incluso trataba sobre la anatomía de la audición. En 1673 escribió *Phonurgia Nova*, donde se ilustran numerosos instrumentos para la audición (Hunt, F.V., 1992).

La obra de Bernardino Ramazzini (1633-1714) "Tratado de las enfermedades de los artesanos" (*De morbis artificum diatriba*; 1º ed., Módena. 1700; 2º ed., Pádua, 1713) se considera como la obra de la tradición científica de la higiene y medicina del trabajo. En esta obra Ramazzini revisó 42 oficios en su primera edición y 54 en la segunda, analizando los riesgos derivados de la práctica de cada uno de ellos, así como las medidas de prevención convenientes para aminorarlos (Rodríguez, E., 2005). Merece la pena citar uno de los párrafos de *morbis artificum diatriba*, donde Ramazzini describe los efectos sobre la audición de los broncistas:

"...Existen broncistas en todas las urbes y en Venecia se agrupan en un solo barrio; allí martillean el día entero para dar la ductilidad al bronce y fabricar luego con él vasijas de diversas clases; allí también sólo ellos tienen sus tabernas y domicilios, y causan tal estrépito que huye todo el mundo de un paraje tan molesto. Dañarse pues principalmente el oído del continuo fragor y toda la cabeza por consiguiente; ensordecen poco a poco y al envejecer quedan totalmente sordos; el tímpano del oído pierde su tensión natural de la incesante percusión que repercute a su vez hacia los lados, en el interior de la oreja, debilitando todos los órganos de la audición...". (Muñiz, J.F., 2005).

En 1660, los científicos ingleses Robert Boyle (1627-1691) y Robert Hook (1635-1691) demostraron que el sonido necesitaba un medio gaseoso, líquido o sólido para su transmisión, comprobando que suspendiendo en el vacío una campana su sonido era inaudible. Francis Hauksbee (m. 1713) retomó el estudio del comportamiento del sonido en el vacío cincuenta años después y realizó varias modificaciones con respecto a los experimentos realizados por Boyle y Hook., Hook inventó algunos dispositivos como el estetoscopio y un dispositivo dentado rotatorio para la producción de tonos (Hunt, F.V., 1992).

El tratamiento matemático de la teoría del sonido con el físico británico Isaac Newton (1643-1727). En su *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* en (1687), Newton demostró que la propagación del sonido a través de cualquier fluido dependía de sus propiedades de elasticidad y densidad. Al igual que otros muchos trató de hallar la velocidad del sonido, pero esta vez a través del cálculo teórico, lo que se conoce como inferencia deductiva (Hunt, F.V., 1992).

Una de las primeras mediciones de la velocidad del sonido llevadas a cabo por científicos españoles se realizó cerca de un siglo después, en 1738, cerca de Quito (Ecuador). Esta medida de la velocidad del sonido se realizó bajo unas condiciones singulares, debido a la elevada altitud de la zona, teniendo gran influencia en la velocidad de propagación del sonido. Los resultados obtenidos por Juan Jorge (1713-1773) y Antonio Ulloa (1716-1795) fueron de 339,0 m/s y 347,8 m/s, respectivamente (Vaquero, J.M. y col., 2002).

Joseph Guichard Du Verney (1648-1730) en su *Traité de l'Organe de l'Ouie*, contenant la structure, les usages et les maladies de toutes les parties de l'oreille, realizó una serie de dibujos de disecciones del oído interno, afirmando que el sonido se transmitía, no por conducción aérea a la ventana oval, sino mediante la cadena osicular. Se trató del primer texto sobre otología, editado en 1683, considerándose una referencia obligada para cualquier médico de la época que quisiera tratar la patología del oído (Vallés, H., 2005).

Du Verney demostró que el conducto delgado externo parte del anillo timpánico y que las células aéreas mastoideas se comunican con la cavidad timpánica. Fue lo que primero aportó a la teoría de la audición, que posteriormente desarrolló, y se atribuye, a Helmholtz. A partir del estrechamiento gradual de la lámina espiral ósea desde la base hasta la parte apical, éste infirió que la parte basal responde a las bajas frecuencias y el ápice a las altas (Hawkins, J.E., 2004a).

**Figura 31: Sir Francis Bacon (1561-1626).** Filósofo y estadista de la corte que escribió sobre la audición, el lenguaje y fenómenos acústicos, incluidos la pérdida auditiva.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

En la Inglaterra del siglo XVII coexistieron dos científicos que aportaron luz a los estudios sobre la audición, Sir Francis Bacon (1561-1626), figura 31, filósofo y estadista de la corte y Thomas Willis (1621-1675), figura 32, médico de Oxford y fundador de la neurología. Bacon escribió sobre la audición, el lenguaje y otros

fenómenos acústicos, incluyendo los efectos perjudiciales de sonidos intensos, mencionando un instrumento auditivo de origen español, quizá la primera prótesis auditiva diciendo que "esto ayudará algo a los que son duros de oído". Willis fue el primero en reconocer que la cóclea era el verdadero órgano auditivo. También escribió sobre la diplacusia y la paracusia, y al igual que Duverney, sugirió una distribución teórica de altas y bajas frecuencias en la cóclea (Hawkins, J.E., 2004a).

**Figura 32: Thomas Willis (1621-1675).** Médico fundador de la neurología. Reconoce a la cóclea como el órgano de la audición.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

En el Período preindustrial correspondiente al siglo XVIII se sentaron las bases para un acercamiento médico sistemático a la patología laboral, producto del auge de los planteamientos mercantilistas que concedieron a la salud un creciente valor económico (Menéndez, A. y col., 2005).

Los estudios otológicos en el siglo XVIII fueron dominados por los científicos italianos, sobre todo de Bolonia. El primero de ellos fue Antonio Maria Valsalva (1666-1723), figura 33, discípulo del histólogo Marcello Malpighi (1628-1694). En su "Tractatus de aure humana" se diseccionaron más de 1.000 cabezas de seres humanos. Una sección de su texto era anatómica y otra fisiológica. En un caso de sordera, él demostró que existía una dislocación de la articulación incudo-estapedial, y en otro caso, una anquilosis de los estribos. También localizó las terminaciones del nervio auditivo en la porción membranosa del laberinto antes que en la lámina espiral ósea y se refirió a ellos como los receptores de sonidos, comparándolos con arpas provistas de cuerdas de diferentes longitudes. Puede decirse de esta forma que Valsalva también se anticipó a Helmholtz (Hawkins, J.E., 2004a).

Giovanni Battista Morgagni (1682-1771) a parte de concluir la obra de Valsalva, escribió una serie de veinte Epistolae anatomicae, dedicando siete de ellas al estudio del oído. En una de ellas, describía la perforación experimental de la membrana timpánica en un perro y la poca importancia que tenía para la audición dicha perforación. En su extenso trabajo sobre patología, De causis et sedibus morborum, consideró la relación existente entre otitis media y la infección y el absceso cerebral, concluyendo, en contra de muchos de sus contemporáneos, que la otitis era el

proceso inicial, y el absceso cerebral correspondía a un proceso secundario (Hawkins, J.E., 2004a).

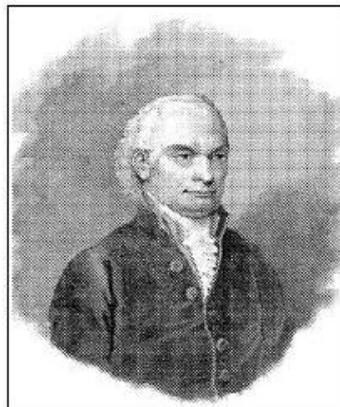
**Figura 33: Antonio María Valsalva (1666-1723).** Científico italiano, su obra “Tractatus de aure humana” fue publicada en Bolonia después de su muerte, en el año 1740.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

El descubrimiento de los líquidos que bañan el oído interno se ha atribuido también a dos científicos italianos. Domenico Felice Antonio Cotugno (1736-1822), figura 34, fue el primero en identificar la perilinfa, describiéndolo en *De aquaeductibus auris humane internal*. Antonio Scarpa (1752-1832), figura 35, en *Anatomical disquisitiones de auditu et olfactu*, describió la endolinfa y dibujó las ramas del nervio auditivo y sus terminaciones en diferentes lugares del laberinto (Hawkins, J.E., 2004a).

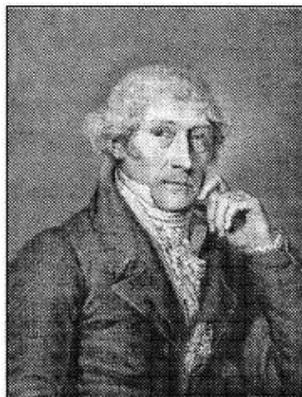
**Figura 34: Domenico Felice Antonio Cotugno (1736-1822).** Científico italiano, fue el primero en identificar la perilinfa.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

Bernardino Ramazzini y Johann Meter Frank (1745-1821) contemplaron la actividad productiva, desde una óptica ilustrada, como generadora de enfermedad y reivindicaron el medio laboral como propicio para la intervención sanitaria. El primer capítulo de su obra estaba dedicado a las enfermedades de los mineros, y los nueve siguientes capítulos se dedicaban a analizar profesiones expuestas a las bien conocidas morbi metallici (Menéndez, A. y col., 2005).

**Figura 35: Antonio Scarpa (1752-1832).** Científico italiano, describió la endolinfa y dibujó las ramas del nervio auditivo.



Fuente: Hawkins, J.E., 2004a.

La visión del problema por parte de los autores de la época se basaba en la percepción caritativa de la desdichada situación de la población trabajadora. La preocupación caritativa se tomó en filantrópica con la aparición de un nuevo pensamiento médico sobre la salud de las poblaciones, lo que se denominaba «higiene o salud pública» o «policía médica», en el caso de los países centroeuropeos.

La primera aportación relevante a la Medicina del Trabajo en España la hizo Francisco López de Arévalo (m. 1765) en junio de 1755, remitiendo una carta al médico francés Francois Thiéry (n. 1719), donde se describían los padecimientos de los mineros de Almadén (Rodríguez, E., 2005).

Su sucesor en el cargo como médico de las minas de Almadén, José Parés y Franquees, inició un programa de descripción sistemática de la patología laboral de estas minas, recogido en "Catástrofe morboso de las minas mercuriales de la Villa de Almadén del Azogue. Historia de lo perjudicial de dichas reales minas a la salud de sus operarios: y exposición de las Enfermedades corporales, y medico - Morales de sus Fossorees, con la curación respectiva de ellas" (1778), (Rodríguez, E., 2005).

Durante el transcurso del siglo XVIII comenzaron a aparecer investigaciones e informes sobre salud pública en diferentes ámbitos completando las aportaciones realizadas por Francisco López de Arévalo y José Parés y Franqués. En Junio de 1784, el Conde de Floridablanca encargó al médico José Masdevall la elaboración de un informe sobre la salubridad de las fábricas de algodón de Barcelona. En 1790 el médico sevillano Ambrosio María Ximénez de Lorite publicó un trabajo donde se analizaba los efectos que provocaban las tenerías, las fábricas de velas de sebo y las fábricas de almidón sobre la población, a partir de las quejas vecinales surgidas por la existencia de malos olores y otras molestias (Menéndez, A. y col., 2005). En 1797 Juan Naval, médico de la familia del Rey Carlos IV, publicó su "Tratado Físico-Médico quirúrgico de las enfermedades de los Oídos". En este sentido, hay que considerar a Juan Naval como el primer autor de la Otología Española (Vallés, H., 2005).

Con anterioridad a estos acontecimientos, en 1752, se fundó el Real Hospital de Mineros, destinado a la recuperación de la capacidad productiva de los mineros inhabilitados, ya que constituían una mano de obra cualificada y las posibilidades de sustitución no cumplían con los criterios productivistas imperantes.

La preocupación mostrada en España en torno a las condiciones laborales de la minería a finales del siglo XVIII desaparece de la opinión médica durante alrededor de 100 años y su resurgimiento vendrá provocado por el período de discusión sobre la legislación social (Rodríguez, E. y col., 2005a).

Un estudio bibliométrico realizado sobre publicaciones relativas al higienismo español en el período comprendido entre 1808 y 1939, coincide en señalar esta falta de interés por la medicina laboral por parte de los médicos en el período comprendido entre las últimas décadas del siglo XVIII y a mitad del siglo XIX. Entre 1808 y 1939 se publicaron en España 7.333 títulos sobre literatura médica, de éstos, solamente 45 obras literarias estaban dedicadas a la medicina o higiene laboral, siendo 43 de ellas originales y 2 de ellas traducidas. Hasta 1850 no aparece el primer título sobre higiene laboral. El período más prolífico tuvo lugar entre 1930 y 1936 con la aparición de 18 volúmenes. En este incremento del número de publicaciones influyó la mejora de la legislación laboral y las relaciones de trabajo que se experimentan a partir de principios de siglo, y posteriormente con la proclamación de la II República (Alcalde, R., 1999a).

En Europa, durante las primeras décadas del siglo XIX se estaba gestando lo que posteriormente se denominaría doctrina higiénica o higiene científica a partir de dos grandes teorías, una ambiental basada en el estudio de los focos de enfermedad, y otra que consideraba la enfermedad como un fenómeno de carácter social. La unión de ambas corrientes de pensamiento dio lugar a enormes cantidades de estudios médicos geográficos, conocidos bajo el nombre genérico de topografías médicas. Estos estudios constituyeron uno de los primeros intentos de análisis de las interrelaciones existentes entre el hombre y el ambiente en el que se desenvuelven (Alcalde, R., 1999a).

La literatura médica en España durante el siglo XIX sobre higiene laboral o industrial, nació bajo la influencia francesa. Los médicos decimonónicos escribieron comportándose como espectadores ajenos a la realidad social. La excepción a esta actitud la constituyeron los médicos relacionados con la minería, que conocían los riesgos de la actividad (Rodríguez, E. y col., 2005a).

En Alemania, el pionero de la fisiología experimental fue Johannes Müller (1801-1858), atrayendo muchos alumnos, entre los que se encontraba Helmholtz. Müller se interesó por todos los aspectos de los sentidos, incluyendo la audición, y fue el primero en hacer un experimento sobre la transición de las ondas acústicas del medio aéreo al líquido. Entre los anatomistas contemporáneos a Müller se encontraba Rosenthal (1780-1829), cuyas disecciones revelaron el canal modiolar, que contiene un ganglio de forma espiral y que todavía lleva su nombre. Emil Huschke (1797-1858) descubrió la zona dentada del limbo cuando examinó el oído interno de diferentes aves, pensando que había encontrado las verdaderas terminaciones de las fibras del nervio auditivo (Hawkins, J.E., 2004a). Con posterioridad a este incremento en el interés científico por la anatomía y función del órgano auditivo, se sucedieron varios pseudocientíficos, que desprestigiaron e hicieron caer el interés por la otología.

William Wilde (1815-1876) y Joseph Toynbee (1815- 1866) retomaron de nuevo los estudios científicos en el campo de la otología, rescatándola de las manos de charlatanes y curanderos. Ambos publicaron sus investigaciones en sendos tratados, Wilde publicó *Aural Surgery* en 1853 y Toynbee *Diseases of the hear* en 1860, en donde describió varios casos de pérdidas auditivas inducidas por el ruido, señalando

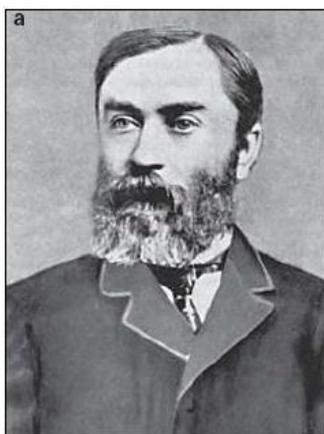
que los casos más comunes se daban en exposiciones largas y continuadas en el deporte de tiro (Hawkins, J.E., 2004b; Hawkins J.E. y col., 2005).

Alfonso Cortí (1822-1888) anatomista italiano, se relacionó con numerosos microscopistas europeos de las universidades de Londres, París, Edimburgo. Würzburg, Utrecht y Berna. En 1851 encontró una estructura que se enrollaba a lo largo del conducto coclear, desde entonces llamada órgano de Corti. También identificó miles de células pilosas y sus estereocilios (Hawkins, J.E., 2004c).

La patología coclear relativa a la pérdida auditiva inducida por ruido fue descrita por primera vez por Habermann (1890) en un estudio realizado sobre los huesos temporales de un ex-calderero que había sido atropellado por un tren y no había escuchado las señales de advertencia. Habermann también examinó la audición dañada de caldereros vivos en dos talleres y observó que en el taller de mayor tamaño y más ruidoso era donde se encontraban las personas con mayor afección por sordera (Hawkins, J.E., y col., 2005).

El primer médico en relacionar la pérdida auditiva con la edad fue el otólogo St. John Roosa (1838-1908), figura 36. En un breve artículo que presentó en 1885 en una reunión de la American Otological Society, propuso el nombre de presbiacusia, acuñado a partir del griego *πρεσβυς*, "anciano", y *αΚΟνειν* "oír", para nombrar a la pérdida gradual de la audición a medida que la persona envejece. Anteriormente, en 1873, había observado que "los trabajadores empleados en martillar grandes chapas de hierro como los utilizados en hacer las calderas de motores a vapor, son muy propensos a perder mucho de su poder auditivo. En muchos de estos casos se encontró que la "sordera de los caldereros" figuraba como una enfermedad aparte, en los informes de una de nuestras instituciones donde se tratan las enfermedades aurales". Posteriormente, Roosa intentó identificar la lesión responsable de la pérdida de audición, señalando al laberinto y atribuyendo como causa, una sacudida de las fibras del nervio auditivo (Schacht, J. y col., 2005; Hawkins, J.E. y col., 2005).

**Figura 36: John Roosa (1839-1908).** Médico otólogo de Nueva York, fue el primero en relacionar la pérdida auditiva con la edad, se le considera uno de los padres de la presbiacusia.



Fuente: Hawkins, J.E. y col., 2005.

Giuseppe Conte Gradenigo (1852-1926) identificó diferentes grupos de trabajadores afectados por pérdidas aditiva, como albañiles y molineros, denominando a la enfermedad "otitis interna profesional" (Hawkins, J.E. y col., 2005).

H. Zwaardemaker (1857-1930), figura 37, divulgó el primer estudio sistemático sobre la capacidad auditiva de niños y adultos para escuchar sonidos de alta frecuencia generados con el silbato Galton, demostrando que a medida que la edad aumentaba se perdía capacidad auditiva gradualmente, denominando a este fenómeno "ley de la presbiacusia". Zwaardemaker creía que las pérdidas auditivas a edades avanzadas se debían a una degeneración anatómica del sistema auditivo. Investigaciones más recientes han mostrado que existen otros procesos responsables de la pérdida de la audición (Schacht, J. y col., 2005).

**Figura 37: H. Zwaardemaker (1857-1930).** Fisiólogo, demostró que a medida que la edad aumentaba se perdía capacidad auditiva gradualmente, llamó a este fenómeno "ley de la presbiacusia".



Fuente: Hawkins, J.E. y col., 2005.

En España, durante el denominado Bienio Liberal (1854-1856) se estableció un programa higiénico inspirado en programas de otros países europeos, donde se sugerían actuaciones sobre la industria, sobre el medio urbano y medidas de educación para la clase obrera (Rodríguez, E. y col., 2005a).

Para hacer referencia al contexto en el que se desarrollaron en Europa los primeros intentos de intervención del estado en el campo sociolaboral se suele utilizar la expresión «cuestión social», como expresión que definió la conflictividad social generada por la industrialización y la urbanización asociada. Esta situación provocó que los gobiernos de la época se planteasen la necesidad de tomar medidas con el objeto de controlar el conflicto social, que ponía en peligro la estabilidad social y política de la época. Esta problemática comienza a emerger en la década de los 30 del siglo XIX, obligando al estado a intervenir mediante políticas sociales. Se considera que la reforma social española arranca en la década de lo 80 del siglo XIX, emergiendo una corriente de opinión favorable al intervencionismo social del Estado, oponiéndole a la filosofía del Liberalismo individualista imperante del *laissez-faire* (Marrauz, G., 2003).

La economía Española experimentó un período de fuerte expansión entre 1876 y 1886, en el marco de una coyuntura internacional favorable. Durante esa década se intensificó el proceso de industrialización, afectando a los sectores textil, siderúrgico y minero, concentrados en la periferia peninsular. Esta expansión económica tuvo lugar a pesar de las dificultades estructurales del sector agrícola y de los graves desajustes demográficos, con elevadas tasas de mortalidad, originadas por la deficiente organización sanitaria, las prácticas antihigiénicas y la malnutrición (Buj, J.A., 1994).

El proceso de industrialización agravó, en sus primeras fases, las condiciones laborales y de vida de las clases trabajadoras como consecuencia del hacinamiento y del deterioro de las condiciones higiénicas. Existen numerosos estudios realizados en la época, que narran las condiciones a las que se encuentran sometidos los trabajadores en el período inmediatamente anterior a la restauración. Destacan los trabajos de Ildelfonso Cerdá, Monografía estadística de la clase obrera de Barcelona, en 1856; de Pedro Felipe Monlau y Roca, Higiene industrial. ¿Qué medidas higiénicas puede dictar el Gobierno a favor de las clases obreras?, de J. Salarich, Higiene del Tejedor o sean medios físicos y morales para evitar las enfermedades y procurar el bienestar de los obreros ocupados en hilar y tejer el algodón (Buj, J.A., 1994).

Las personalidades médicas de ideología liberal más importantes de la época. Monlau entre otros, mantuvieron un continuo contacto con los científicos Europeos más influyentes, tanto en Inglaterra, cuna del higienismo de carácter social, como en otros países con tradiciones basadas en los preceptos marcados por el despotismo ilustrado. El exilio protagonizado por los liberales a partir de la vuelta al trono de Fernando VII en 1824, puede explicar una de las causas que favorecieron esos contactos, así como la falta de estudios en determinados períodos de este siglo (Alcalde, R., 1999b).

En el contexto internacional, las consecuencias que tuvo para la salud de los trabajadores la ejecución de la gran obra pública de construcción de los túneles alpinos de San Gotardo (1882) y de Sempione (1906), causando muchas muertes por anquilostomiasis y accidentes, provocó que se iniciaran en Italia movimientos para el estudio y la prevención de enfermedades laborales. Se aprovechó una exposición internacional en Milán, en 1906, para convocar un Congreso Internacional de Enfermedades del Trabajo. De allí surgió una Comisión Internacional Permanente para el Estudio de las Enfermedades Profesionales, con sede en Milán (Actualmente denominada International Commission on Occupational Health). Esta Comisión Internacional promovió un programa de congresos (Bruselas, 1910; Viena, 1914), que se vio truncado por la Primera Guerra Mundial (Rodríguez, E. y col., 2005a; ICOH, 2004).

En España, esta situación deficiente en cuanto a condiciones higiénicas entre las clases trabajadoras, ocasiona que a los testimonios de médicos, higienistas e ingenieros se sume la acción del Estado, creando "una Comisión con objeto de estudiar las cuestiones que directamente interesan a la mejora o bienestar de las clases obreras, tanto agrícolas como industriales, y que afectan a las relaciones entre el capital y el trabajo" tal y como se citaba textualmente en el Real Decreto de 5 de diciembre de 1883, por el que se crea la Comisión de Reformas Sociales. En la exposición de motivos de dicho Real Decreto se hace referencia al atraso de la sociedad española en cuestiones de legislación social (Buj, A., 1994).

La creación en 1883, por iniciativa de Segismundo Moret, de la Comisión de Reformas Sociales, también denominada Comisión Moret, significó el primer intento de institucionalizar en España la llamada cuestión social. Sus orígenes derivan de la incipiente sociedad industrial, con la aparición de las fábricas, del proletariado y el surgimiento de la ciudad industrial (Buj, A., 1994).

La industria minera y la incipiente industria siderúrgica española del último tercio del siglo XIX fueron los sectores en los que apareció la asistencia sanitaria. La legislación que reguló el sector minero, incorporó desde 1873 la obligación de contratar a un médico y dotar a las explotaciones de botiquines. El Reglamento de Policía Minera

de 1897 (Real decreto de 15 de Julio) amplió las obligaciones de los empresarios y los medios asistenciales.

En Cánovas, Canalejas y Dato, se perfilan las ideas intervencionistas que habrían de plasmarse institucionalmente en el proyecto de Instituto del Trabajo y en el Instituto de Reformas Sociales (Montoya, A., 2003).

El primero en promover la intervención social del estado fue Eduardo Dato, Ministro de la Gobernación en el Gabinete de Silvela. Dato logró la aprobación en 1900 de la Ley de accidentes de trabajo y de la Ley de condiciones de trabajo de las mujeres y los niños, marcando un punto de inflexión en la política social española (Marrauz, G., 2003). Esta primera Ley de accidentes de trabajo, conocida como "Ley Dato", puede considerarse como pionera en relación con lo que hoy conocemos como prevención en el trabajo. Su publicación se realizó en la Gaceta de Madrid, antecedente del actual Boletín Oficial del Estado, el 31 de enero de 1900.

Años después de su aprobación, la Ley de Accidentes de Trabajo de 30 de enero de 1900 ha sido considerada "la primera disposición que se dicta en España regulando el accidente de trabajo, creando el Seguro para el mismo y adoptando la doctrina del riesgo profesional" y "no sólo la primera norma de Seguridad Social, sino una de las primeras importantes del Derecho del Trabajo en nuestro país", que supone "la aceptación de la teoría del "riesgo profesional", la transformación de la realidad social y, en fin, una gran influencia en la construcción de los conceptos básicos del Derecho del Trabajo" (Pic, P., 2003).

La Ley Dato trataba de paliar, de alguna manera, las consecuencias económicas que los accidentes de trabajo tenían para los trabajadores y sus familias en caso de incapacidad o muerte. En su artículo tercero, realizaba una extensa relación de las industrias y actividades objeto de la Ley. El artículo cuarto realizaba una clasificación de las situaciones incapacitantes sobrevenidas como consecuencia del trabajo y fijaba las indemnizaciones correspondientes (Cegarra, C., 2001).

Esta Ley trataba de establecer unas líneas de actuación en materia preventiva que podrían calificarse de esencialmente modernas (Cegarra, C., 2001). Creó una Junta técnica encargada del estudio de los mecanismos para prevenir los accidentes de trabajo, encargándole la redacción de un catálogo "de los mecanismos que tienen por objeto impedir los accidentes de trabajo". En el artículo octavo se preveía el desarrollo reglamentario de la misma a través la redacción de futuros "reglamentos y disposiciones que se dicten para cumplir la ley, los casos en que deben acompañar a las máquinas los mecanismos protectores del obrero o preventivos de los accidentes del trabajo, así como las demás condiciones de seguridad e higiene indispensables a cada industria". El artículo noveno señalaba la necesidad de crear un "Gabinete de experiencias, en que se conserven los modelos de los mecanismos ideados para prevenir los accidentes industriales, y en que se ensayen los mecanismos nuevos, e incluirá en el catálogo los que recomiende la práctica" (Fernández, L., 2000). Las referencias a dichos "mecanismos protectores del obrero" suponen el origen de lo que actualmente conocemos como equipos de protección individual.

Empezaba de esta forma un siglo con una línea de actividad nueva, de entrada en un cierto proteccionismo del Estado, en el germen de lo que posteriormente se generalizó como Seguridad Social (Fernández, L., 2000).

El comienzo de esta línea de actividad surgió como resultado de un largo proceso iniciado y desarrollado durante el siglo XIX. Por un lado, se encontraban las reivindicaciones y luchas de diferentes movimientos sociales y políticos, y por otro lado, como consecuencia de los movimientos anteriores, el proceso de institucionalización del propio Estado (Fernández, L., 2000).

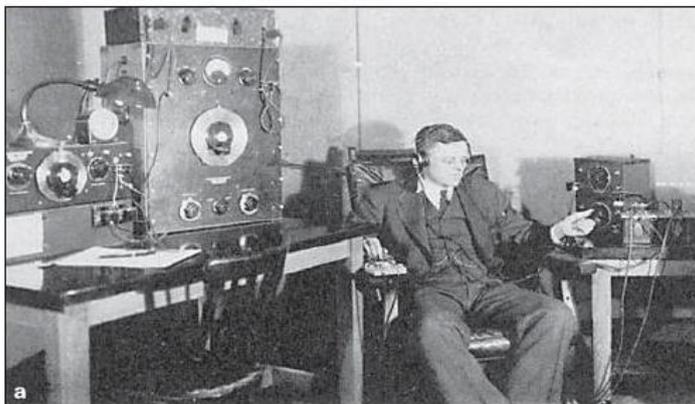
Este último tiene lugar en España, como en otros países europeos, durante el siglo XIX. Así, el precedente de todo este entramado jurídico-proteccionista debemos buscarlo en nuestro país en la Comisión de Reformas Sociales, o Comisión Moret, establecida en 1883, antecedente del Instituto de Reformas Sociales, creado en 1903, que fue el impulsor de la legislación social posterior. La creación, en 1908 del Instituto Nacional de Previsión, organismo vertebrador del sistema español de Seguridad Social, es un paso crucial en este proceso (Fernández, L., 2000).

En 1903 la Comisión de Reformas sociales dio paso al Instituto de Reformas Sociales, antecesor directo del Ministerio de Trabajo, establecido en 1920. El Instituto de reformas Sociales fue creado por iniciativa de Antonio Maura, Ministro de la Gobernación del Gabinete de Francisco Silvela (Marrauz, G., 2003).

Paralelamente, durante los primeros años del Siglo XIX, comenzaban a realizarse los primeros estudios experimentales en animales sobre las pérdidas auditivas inducidas por ruido. Éstos comenzaron alrededor de 1907 a cargo de Wittmaack, quien expuso a una serie de cobayas al ruido producido por una campana eléctrica, silbatos, sirenas, tubos de órgano y disparos. En 1912 Hossli (1912) utilizó un dispositivo que denominó "hammerwerk" que simulaba el ruido producido en una calderería para exponer a una serie de cobayas a éste, y obtuvo una serie de preparaciones microscópicas en las que se apreciaban perfectamente los efectos del trauma acústico (Hawkins, J.E. y col., 2005).

Con anterioridad al estallido de la Primera Guerra Mundial, ningún investigador obtuvo resultados satisfactorios cuando intentaron cuantificar la intensidad de los diferentes tipos de exposiciones sonoras que utilizaron en sus experimentos, ni tampoco estimando el grado de cambios auditivos producidos. Hallowell Davis comenzó a diseñar en 1943 unos experimentos sobre pérdidas auditivas inducidas por ruido con seres humanos en Harvard, en los que utilizaba equipamiento electroacústico y audiométrico, figura 38. Los individuos participantes en los experimentos fueron sometidos a diferentes exposiciones sonoras: tonos puros de 500 Hz a 4 kHz, ruido de banda ancha, niveles de presión sonora de 110 a 140 dBA, duraciones desde 1 hasta 64 minutos, etc. Se midieron los umbrales auditivos audiométricamente, y se llevaron a cabo diferentes tests utilizando listas de palabras (logotomos). Se realizó un seguimiento de la recuperación audiométrica de cada participante durante horas e incluso días, hasta llegar al umbral de los oídos no expuestos. La gravedad de las pérdidas auditivas varió con la intensidad, duración y con la frecuencia del ruido al que fue expuesto cada participante. El ruido de banda ancha produjo pérdidas auditivas en una gama de frecuencias mucho mayor que los tonos puros. Los umbrales en el tono de 4 kHz eran los que más tardaban en recuperarse. Estudios similares se realizaron durante la Segunda Guerra Mundial en Suiza por Rüedi y Furrer (Hawkins, J.E. y col., 2005).

**Figura 38: Hallowell Davis.** El investigador en los experimentos que realizó en la Universidad de Harvard se tomó su propio audiograma post exposición a ruido.



Fuente: Hawkins, J.E. y col., 2005.

En 1917 España sufre los efectos de la crisis económica, aumentando las tensiones y los conflictos sociales, agravándose a principios de 1920. La creciente complejidad de la política social y su integración con otras áreas de la política, necesitaba de la presencia de un representante en el Consejo de Ministros. Ante estas circunstancias, el Gobierno de Dato fundó el 5 de mayo de 1920 el primer Ministerio de Trabajo, cuya cartera recayó en Carlos Cañal. En la exposición de motivos del Real Decreto de 8 de Mayo de 1920, por el que creó dicho Ministerio, se hacía referencia a que la conclusión de la Primera Guerra Mundial así como el Tratado de Versalles vinieron a favorecer el surgimiento del Ministerio (Marrauz, G.,2003).

Al culminar la Primera Guerra Mundial, tras la Paz de Versalles y a través de la Declaración XIII del Tratado de Versalles, se creó la Organización Internacional del Trabajo (OIT) surgida de la Sociedad de Naciones. Este hecho significó la consolidación de las políticas sociales para proteger a los trabajadores ante todo tipo de riesgos. La OIT fue la única institución Internacional que sobrevivió de la Segunda Guerra Mundial, al encontrarse ubicada en Canadá (Rodríguez, E. y col., 2005a).

En la gestación del Ministerio de Trabajo influyeron numerosos motivos, a parte de la crisis económica iniciada en 1917 y de la finalización de la Primera Guerra Mundial, desde 1914 se venía estudiando la posibilidad de su creación por parte del Instituto de Reformas Sociales. Igualmente influyó la existencia de Ministerios especializados en cuestiones laborales en los países de nuestro entorno: en Bélgica se fundó en 1894, Estados Unidos y Nueva Zelanda en 1903, Francia en 1906, Noruega en 1913 y Portugal e Italia en 1916 (Marrauz, G., 2003).

En 1919 la OIT adopta el primer convenio internacional. El Convenio por el que se limitan las horas de trabajo en las empresas industriales a ocho horas diarias y cuarenta y ocho semanales, conocido como Convenio C1 sobre las horas de trabajo, 1919 fijaba la duración del trabajo diario de 8 horas y la duración semanal de 48 horas como máximo (OIT 1919). España ratificó el convenio el 22 de Febrero de 1929, durante la segunda etapa de la dictadura de Primo de Rivera, también conocida como Directorio Civil. El Directorio Civil inició una política social y económica intervencionista que logró éxito debido a la bonanza económica internacional. Se llevó a cabo una fuerte represión con los sindicatos más radicales, ilegalizándose la CNT, no así la UGT, que incluso llegó a contar con un consejero de estado entre sus filas: Francisco Largo Caballero. Durante este período se llevaron a cabo las reformas sociales que

introdujeron mejoras en la vida laboral: seguros de enfermedad, descanso dominical, viviendas de protección oficial, etc.

Sin embargo, este no sería el primer convenio internacional ratificado por el estado español. El primer convenio ratificado por España fue el C14 relativo a la aplicación del descanso semanal en las empresas industrial. Este convenio se adoptó en 1921 y España lo ratificó el 20 de Junio de 1924, durante la primera etapa de la dictadura de Primo de Rivera, conocida como Directorio Militar.

En 1932 se redactó la denominada “Ley Largo Caballero”, que venía a modificar algunas cuestiones de la legislación sobre accidentes delo trabajo (Ley Dato). Ese año se creó la Caja Nacional de Seguros de Accidentes de Trabajo, como consecuencia de la ratificación del Convenio C24 relativo al seguro de enfermedad de los trabajadores de la industria, del comercio y del servicio doméstico, España ratificó este convenio el 29 de septiembre de 1932, en plena etapa reformista dentro de la Segunda República. Este convenio instauró el seguro de accidentes haciéndose obligatorio para la mayoría de las actividades económicas y se creó un fondo nacional para asegurar el pago cuando los empleadores no podían hacer frente a los pagos.

En 1934, Antonio Oller crea el Servicio de Higiene del Trabajo mediante la Orden de 29 de septiembre, y la Inspección Médica del trabajo adscrita a la Dirección General de Sanidad del Ministerio de Trabajo (Bartolomé, A.,2004). La creación del departamento de inspección se realizó con bastante retraso con respecto al resto de países europeos (Bélgica en 1895, Inglaterra en 1898, Alemania en 1905, Holanda en 1912 e Italia en 1914). En Estados Unidos los primeros servicios estatales de inspección surgieron hacia 1905 en Massachussets, surgiendo posteriormente la Oficina Federal de Higiene Industrial en 1919. La apuesta por mantener un cuerpo de inspección médica del trabajo fue truncada por la Guerra Civil, cuando el Régimen Franquista reorganizó los servicios de inspección.

En el entorno científico internacional, continuaban las investigaciones fisiológicas del aparato auditivo. En una investigación llevada a cabo por S. Crowe, se reveló la atrofia del órgano de Corti y del nervio auditivo en la parte basal de la cóclea. Por su parte, S. Guild demostró, a partir de una serie de medidas efectuadas con un audiómetro, la relación entre cambios histopatológicos en el oído interno y la capacidad de discernir entre diferentes frecuencias. Tanto en el estudio de Crowe, como en el de Guid, no se distinguen los cambios causados por el envejecimiento de otros efectos, asociados a la genética, a la exposición al ruido, a las sustancias ototóxicas, o a enfermedades infecciosas (Schacht, J. y col., 2005).

En España, el estallido de la Guerra Civil, seguido del aislamiento internacional al período franquista, la pobre financiación de la sanidad, una formación académica inadecuada y las deficiencias técnicas de los servicios médicos, junto a la escasa prioridad dada a la investigación científica marcaron las cuatro décadas siguientes. El modelo de medicina del trabajo que se adoptó vino marcado por una ruptura radical con el pasado y una negación de cualquier continuidad histórica con las anteriores políticas republicanas. El nuevo modelo se basó en los servicios médicos de empresa (Menéndez et al. 2003). La concepción de la medicina del trabajo durante el Régimen Franquista se circunscribió a la vertiente asistencial, reparatoria y compensatoria, dejando de lado la vertiente preventiva.

En 1940 se aprueba el Reglamento General de Sanidad e Higiene del Trabajo. (Orden Ministerial del Ministerio de Trabajo de 31 de enero de 1940) (BOE, 1971a).

En 1947 se funda el Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo vinculado al Instituto Nacional de Previsión. El mantenimiento del Instituto Nacional de Previsión constituyó una de las escasas muestras de política continuista con respecto al estatus anterior. Un año después se fundó la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, mediante Decreto de 16 de enero de 1948. Esta escuela, ligada a la Universidad Complutense de Madrid, se concibió como un centro de formación especializado para ortopedistas, cirujanos, especialistas en rehabilitación y sobre todo para los futuros médicos de empresa, quienes formarían la base profesional del nuevo esquema de la medicina del trabajo. Ambas instituciones se encuentran actualmente dentro del Organigrama del Instituto de Salud Carlos III.

Mientras, en el ámbito internacional, se fundaban las Naciones Unidas el 24 de octubre de 1945 mediante la firma de la carta por los 51 Estados Miembros fundadores. En 1948 se aprueba la Declaración fundamental de los Derechos Humanos, que en su artículo 25 proclama el derecho de toda persona a contar con un nivel adecuado de salud (ONU, 1948). El 18 de abril de 1951 se firmaba en París el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero, organismo fundador de la actual Unión Europea. En el artículo tercero del tratado de constitución se hacía referencia a la promoción de la salud y del trabajo en los siguientes términos: "Las instituciones de la Comunidad deberán, en el marco de sus respectivas competencias y en interés común:... promover la mejora de las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores, a fin de conseguir su equiparación por la vía del progreso, en cada una de las industrias de su competencia" (SCADPLUS, 2007). Seis años después, el 25 de marzo de 1957, se firma el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea (DO, 2002).

En España, en el año 1956 se crean los servicios médicos de empresa mediante el Decreto de 21 de Agosto. Éstos surgieron a partir de las recomendaciones de la OIT R97 (Recomendación sobre la protección de la salud de los trabajadores en los lugares de trabajo de 1953) y R112 (Recomendación sobre los servicios de medicina del trabajo en los lugares de empleo de 1959). Los servicios médicos de empresa son una figura desaparecida actualmente y sustituida por los Servicios de Prevención. En 1961 se aprobó mediante Decreto de Presidencia de Gobierno de 30 de Noviembre de 1961 el Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas, conocido como RAMIN. Los valores límite de este RAMIN fueron copia de los TLV (threshold limit value) existentes en Estados Unidos en la década de los 60.

Leo L. Beranek, en su libro "Acoustic", publicado en 1954 describía los primeros criterios para determinar los niveles capaces de producir daños en el sistema auditivo.

Georg Von Békésy postuló en 1960 la teoría de la onda viajera, demostrando que la membrana basilar se comportaba como un analizador mecánico de frecuencias, (Békésy 1960), renovando de esta manera la teoría de la resonancia realizada por Von Helmholtz un siglo antes.

Schuknecht (1964), en base a estudios realizados sobre los huesos temporales de gatos de edad avanzada, así como también en seres humanos, definió cuatro tipos de presbiacusia: (1) Sensorial, en la que se produce una pérdida de células ciliares y una degeneración neural secundaria, (2) neural, con una degeneración primaria de las neuronas cocleares, (3) metabólica, en la que se produce una atrofia de la estría vascular, y se detecta por un audiograma plano de pérdida auditiva, y (4) mecánica, afectando a las características mecánicas de la membrana basilar.

La comunidad científica acelera su actividad investigadora gracias al desarrollo de las técnicas de microscopía electrónica de barrido en la década de los 70. Utilizando dichas técnicas, Johnsson y Hawkins, realizaron estudios histopatológicos mediante preparaciones de tejidos finos cocleares a partir de micro disecciones de huesos temporales humanos. La mayoría de las preparaciones mostraron una degeneración neurosensorial severa en la espira basal inferior. La degeneración de las fibras nerviosas parecía secundaria con respecto a la pérdida de células ciliares. En muchos individuos existía desvascularización y atrofia de la estría y del ligamento espiral, especialmente en las zonas superiores. En algunos individuos, los capilares que alimentaban a la membrana basilar habían desaparecido. Gracias a estos resultados, Johnsson y Hawkins definieron la existencia de un tipo de presbiacusia avascular, que afecta a la estría y al ligamento espiral, pero no está correlacionado necesariamente con la desaparición de células ciliares (Johnsson, L.G. y col., 1972).

Los estudios llevados cabo por Rosen (Rosen, R. y col., 1962) en áreas de Sudán, donde la afección de factores ambientales externos debía de haber sido mínima, marcaron el inicio de las teorías y estudios sobre las condiciones y agentes ototóxicos. Los estudios más recientes a nivel molecular se han centrado en explicar la presbiacusia como una manifestación de los procesos generales del envejecimiento. Estudios realizados sobre el nematodo *Caenorhabditis elegans* han establecido una contribución entre la presencia de radicales libres y la muerte de células y tejidos. La concentración de radicales libres aumenta en todos los tejidos durante el transcurso de la vida de un organismo, produciendo mutaciones y muerte celular (Schacht, J. y col., 2005). Las primeras teorías sobre los radicales libres se desarrollaron en la década de los 60 y aún hoy se continúa investigando sobre los procesos oxidativos que dan lugar a la muerte celular, y por ende, a la pérdida de audición.

Los estudios sobre los problemas asociados a exposiciones prolongadas a elevados niveles de ruido fueron continuados por autores como W. Passchier-Vermer, K. D. Kryter o R. P. Hamernik. Esta inquietud científica por dar respuesta a los problemas que planteaba la sociedad del momento dio pie a que comenzaran a suscribirse numerosos tratados internacionales sobre salud laboral, y que por un lado los comités internacionales de normalización, a través de la redacción de normas, y por otro lado, las diferentes administraciones, mediante la actividad legislativa, empezaran a sensibilizarse ante los nuevos retos planteados por la comunidad científica y la sociedad (Passchier-Vermer, W. 1968; Kryter, K.D., 1970; Hamernik, R.P. y col., 1974).

La primera norma internacional en tratar el ruido laboral aparece en el año 1975, con el título "ISO 1999. Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment". Esta norma proponía la determinación del riesgo auditivo por exposición a ruido. Como criterio de daño auditivo se utilizaba un aumento promedio del umbral auditivo de 25 dB en las bandas de 500, 1.000 y 2.000 Hz. y el parámetro que consideraba como nivel de exposición era el nivel sonoro continuo equivalente referido a un período de trabajo de 40 horas semanales (ISO 1975). Actualmente se encuentra en vigor la segunda edición de dicha norma con el título "ISO 1999:1990 (E). Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment". La actual norma no trata de determinar directamente el riesgo de pérdida auditiva, sino de describir la distribución estadística del daño auditivo (ISO, 1990a).

El 16 de diciembre de 1966 marca otro hito en lo que a los derechos fundamentales de las personas se refiere, firmándose el Pacto Internacional de

Derechos Económicos, Sociales y Culturales en la Asamblea General de las Naciones Unidas. En su artículo 12 se reconoce el derecho de toda persona a gozar del más alto nivel de salud física y mental (ONU, 1966). En el mismo 1966, se redacta la Ley de Seguridad Social de 21 de abril de 1966. En esta ley se creaban los Servicios Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo. Cuatro años más tarde, en 1970, mediante orden de 7 de abril, se encargaba a este departamento la realización del Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo (BOE, 1970) y como consecuencia de esto surgía en 1971 la segunda disposición después de 31 años sobre seguridad e higiene laboral: la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (BOE, 1971a). Esta ordenanza, en su artículo 31, trataba sobre *los* "ruidos, vibraciones y trepidaciones". Se trata del primer texto legal en fijar un valor límite, por encima del cual se debería utilizar obligatoriamente protección auditiva. Este límite se fijó en 80 decibelios (BOE, 1971a).

Con la transición política iniciada en 1975, la llegada de la Democracia y la aprobación, mediante referéndum, de la Constitución Española el 6 de diciembre de 1978, se incorporaron al ordenamiento jurídico español numerosos derechos y libertades. En lo referente a la salud pública y seguridad y salud en el trabajo, la Constitución Española, en su Artículo 40.2 señala que "...los poderes públicos..., velarán por la seguridad e higiene en el trabajo...". Así mismo, en el Artículo 43 reconoce el derecho a la protección de la salud y señala que los poderes públicos serán los encargados de organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas (BOE, 1978a).

Con anterioridad a la aprobación de la Constitución Española, el 20 de junio de 1977, en la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, se adoptó la Recomendación R156 y el Convenio C148 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. El Estado Español no ratificó dicho convenio internacional hasta el 24 de noviembre de 1980 (OIT, 1977a; OIT, 1977b).

Paralelamente, en la Unión Europea, la preocupación por el ruido laboral nace de manera institucional, como consecuencia de las resoluciones del consejo de 29 de junio de 1978 y 2 de febrero de 1984, referentes a un programa de acción de la Comunidad Europea en materia de seguridad y salud en el trabajo (DO, 1978), como resultado de lo cual vieron la luz numerosas directivas sobre estas materias.

En 1986 se aprueba la Ley 14/1986 General de Sanidad (LGS), de 25 de abril. En su artículo 21 se especificaba, entre otros aspectos, que "La actuación sanitaria en el ámbito de la salud laboral comprenderá los siguientes aspectos: a) Promover con carácter general la salud integral del trabajador. b) Actuar en los aspectos sanitarios de la prevención de los riesgos profesionales... e) Vigilar la salud de los trabajadores para detectar precozmente e individualizar los factores de riesgo y deterioro que puedan afectar a la salud de los mismos." (BOE, 1986). Tanto en la constitución Española, en el Convenio C148 y en la LGS de 1986 aparecen nuevos términos como: riesgos profesionales, salud integral, salud laboral, factores de riesgo, en consonancia con las tendencias internacionales en materia de riesgos laborales.

En 1986 se produce otro hecho histórico, que marcará el futuro de las políticas de prevención de riesgos: el ingreso de España en la CEE. Dicho ingreso significó la adopción paulatina de las diferentes Directivas Europeas al ordenamiento jurídico español (BOE, 1985a).

Pero fue en 1995 cuando la normativa cambió radicalmente con el fin de que todas las actuaciones tuvieran como finalidad la prevención, de tal forma que la reparación del perjuicio sufrido ha pasado a segundo plano. Dicho cambio fue provocado por la aparición de la Ley Prevención de Riesgos Laborales 31/95 (BOE, 1995).

Actualmente el marco de referencia en lo que al ruido laboral se refiere, se encuentra regido por la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes, físicos (ruido) y por el Real Decreto 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 (BOE, 2006a), que transpone la Directiva 2003/10/CE al ordenamiento jurídico español.

Las investigaciones científicas que se están llevando a cabo en la actualidad se están centrando en los diferentes factores que influyen sobre la exposición al ruido en el trabajo, destacando entre ellos los estudios epidemiológicos de poblaciones expuestas, los efectos del ruido y compuestos ototóxicos sobre la audición de los trabajadores, caracterización de protectores auditivos, nuevas metodologías de medida y valoración de la exposición sonora, así como en las técnicas de valoración de la incertidumbre asociada a la medida del ruido laboral, entre otras.

#### 4.2. Efectos adversos del ruido sobre la salud.

La exposición al ruido no solo provoca efectos sobre el sistema auditivo, también provoca efectos adversos sobre diferentes elementos, tanto en el plano fisiológico, como psicológico. Desde el año 1973 existe una comisión internacional (Internacional Commission on Biological Effects of Noise - ICBEN) que se encarga de estudiar los efectos que el ruido produce sobre la salud. El ICBEN tiene 8 grupos de trabajo, encargados cada uno de ellos de estudiar diferentes efectos del ruido, desde el punto de vista fisiológico, psicológico y social.

##### **4.2.1 Alteraciones auditivas producidas por el ruido laboral: pérdida y deterioro, de la audición.**

La mayoría de los sonidos producidos en la naturaleza son de intensidad moderada, siendo difícil encontrar fuentes naturales de energía sonora capaces de producir daños en los seres vivos. Algunas fuentes de ruido como truenos, volcanes, tempestades y grandes cataratas pueden llegar a producir elevados niveles sonoros, pero su presencia es limitada en el espacio y en el tiempo (Gil-Carcedo, L.M. y col., 1993). El oído humano ha evolucionado para detectar sonidos de una gama de intensidades y rango de frecuencias acorde con el ambiente sonoro de la naturaleza (Gigirey, L.M. y col., 2001).

La alteración auditiva más común entre los trabajadores expuestos al ruido laboral es la hipoacusia inducida por ruido. La hipoacusia inducida por ruido es la más común de las formas prevenible de hipoacusia, y las fuentes emisoras que pueden causar esta alteración de la salud pueden situarse en el ruido urbano, el ruido recreativo y el ruido laboral.

El efecto del ruido laboral sobre la salud humana se conoce desde tiempos antiguos, remontándose a la aparición de las primeras fuentes de ruido

antropogénicas, cuando surgieron ocupaciones como la herrería, calderería y otras industrias metalúrgicas.

➤ **Factores que influyen en la hipoacusia inducida por ruido.**

Numerosos estudios han demostrado que el vínculo existente entre la exposición al ruido laboral y pérdida auditiva es biológicamente obvio. Esta relación está apoyada en investigaciones epidemiológicas que comparan la prevalencia de la pérdida auditiva entre diferentes tipos de ocupaciones y los niveles a los que se encuentran expuestos los trabajadores (Melnick, W., 1998; Polyvios, C.E., 2002; Edeltraut, E. y col., 2005). La susceptibilidad individual a la hipoacusia inducida por ruido es muy variable. Ciertas personas toleran niveles elevados de ruido durante períodos prolongados, mientras otras sometidas al mismo ambiente tienden a perder audición rápidamente. La susceptibilidad individual está aceptada como un factor de riesgo, pero existen numerosas dificultades para demostrar su grado de influencia debido a la cantidad de variables que intervienen en el desgaste fisiológico de la cóclea (CNCT, 1991).

Los procedimientos audiológicos destinados a diagnosticar la susceptibilidad individual ante la hipoacusia inducida por ruido comenzaron con la realización de pruebas de fatiga auditiva y la posterior recuperación, como las llevadas a cabo por Hallowell Davis en Harvard en 1943 (Hawkins, J.E. y col., 2005). Estas pruebas fueron abandonadas paulatinamente y se comenzó a utilizar nuevas técnicas, como el test Tone decay y el test de Watson & Tolan, hasta que se desarrollaron las técnicas de audiometría de alta frecuencia (Muñiz, J.F., 2005). Los factores que influyen en mayor medida en la lesión auditiva inducida por ruido son los relativos a las características de la exposición al ruido, determinados por la intensidad, la frecuencia, el tiempo de exposición y la naturaleza y tipo de ruido, entre otros.

Si una persona se ve afectada por una única exposición a niveles muy altos de presión sonora, ésta puede sufrir un trauma acústico, entendido como un daño orgánico inmediato del oído debido a una excesiva energía sonora. El nivel sonoro excesivamente intenso puede llegar a superar los límites fisiológicos de las estructuras del oído, produciendo roturas y alteraciones de diferentes partes del órgano auditivo (Melnick, W., 1998).

Al contrario de lo que ocurre en una lesión producida por trauma acústico, cuando se produce una exposición continuada al ruido pueden desarrollarse otro tipo de lesiones, cuyos mecanismos son fisicoquímicos, al incrementarse la tasa metabólica de las células por sobre estimulación, causando como resultado final una disfunción celular. Esta disfunción puede producir una pérdida de audición temporal, o en el caso de ser más severa y repetida puede llegar a ser permanente (Melnick, W., 1998).

Cuando una persona se expone a niveles de ruido elevados durante un intervalo de tiempo prolongado, puede llegar a producirse un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS: Temporary Threshold Shift). Este desplazamiento consiste en una elevación del "nivel umbral" causado por la presencia de ruido, produciéndose posteriormente una recuperación total de la capacidad auditiva al cabo de un tiempo, siempre que no vuelva a repetirse la exposición al ruido antes de que se haya recuperado totalmente la audición normal. Los desplazamientos temporales del umbral auditivo se estiman 2 minutos después del cese de la exposición al ruido. (TTS2) (Trittipoe, W.J., 1957; Trittipoe, W.J., 1958).

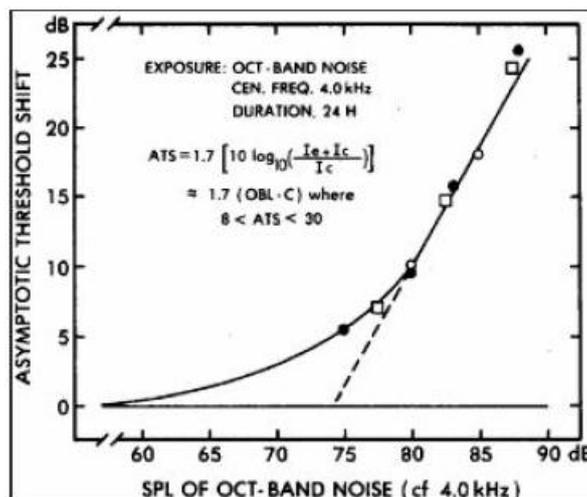
El valor del desplazamiento del umbral, así como la frecuencia en que se produce y el tiempo de recuperación del valor inicial son función del nivel, de las características espectrales y de la duración de la exposición al ruido (Recuero, M., 2002). Existe una interacción de suma importancia entre el nivel de presión sonora y la duración del mismo en la generación del TTS, acentuando el concepto de exposición. El nivel TTS crece según el nivel de exposición sonora, presentando unos límites inferior y superior (Spieth, W. y col., 1958).

El límite inferior es el nivel de presión sonora (SPL) que no producirá un desplazamiento de umbral medible a los 2 minutos de finalizar la exposición ( $TTS_2$ ). A este SPL se le denomina "silencio efectivo". El límite inferior depende de la componente espectral de la señal. En las bandas de octava de baja frecuencia (250 / 500 Hz), el límite inferior se sitúa entorno a 75 dB, mientras que para las bandas de octava de 1, 2 y 4 KHz, el límite inferior se encuentra situado entorno de 70 dB.

El tiempo de exposición se relaciona de forma logarítmica con el TTS en el caso de exposiciones de entre 80 y 105 dB para cada banda de octava, hasta cierto límite temporal y posteriormente se estabiliza. Al nivel estabilizado se le denomina desplazamiento de umbral asintótico (ATS: Asyrnptotic Threshold Shift), figura 39.

Las bandas de frecuencias en las que se produce el TTS suelen ser las mismas bandas que contiene el estímulo sonoro al que la persona ha sido expuesta. Cuando se producen exposiciones a tonos puros, el desplazamiento del umbral se origina a frecuencias relativamente más altas a medida que va aumentando el nivel de presión sonora de la señal, desplazándose entre media y una octava por encima de la frecuencia del sonido que produce el desplazamiento (Melnick, W., 1998). En el caso de ruidos de banda ancha, el desplazamiento máximo se suele encontrar en el entorno de los 4 kHz, coincidiendo con la zona de máxima sensibilidad auditiva (Recuero, M., 2002).

**Figura 39: Relación entre el desplazamiento del umbral asintótico (ATS) y el nivel de presión sonora centrado en la banda de octava de 4 kHz.**

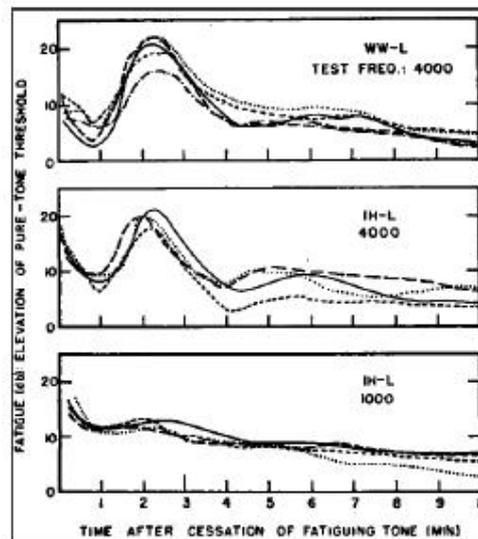


Fuente: Mills, J.H. y col., 1981.

En el instante siguiente que sigue al cese de una exposición al ruido, se produce una rápida recuperación del umbral, posteriormente, alrededor de un minuto después se alcanza un mínimo y un minuto más tarde, el TTS vuelve a alcanzar un

máximo ( $TTS_2$ ), figura 40. A éste máximo secundario se le denomina efecto de recuperación.

**Figura 40: Recuperación rápida del desplazamiento temporal del umbral de varios sujetos y frecuencias.**



Fuente: Hirsh, I.J. y col., 1952.

Cuando la exposición al ruido es más frecuente, la recuperación del umbral es más difícil, necesitando más tiempo para ello, hasta llegar a un punto en el que ya no se produce la total recuperación de la audición que ha sido perdida. A partir de este punto, las sucesivas exposiciones a elevados niveles van produciendo pérdidas irreversibles sobre la capacidad auditiva. A estas pérdidas se las denomina desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS, Permanent Threshold Shift). La variación del PTS con la duración de la exposición no es tan sencilla como la relación con el TTS, ya que el proceso se desarrolla a lo largo de años y aparte de la pérdida auditiva provocada por la exposición al ruido, se va produciendo una degeneración del sistema auditivo debido a la edad.

La región de los 3 - 4 kHz es la primera que se ve afectada, produciéndose un incremento del umbral a los pocos años del inicio de la exposición, mientras que en frecuencias en torno a 2 kHz, la pérdidas auditivas comienzan a tener lugar después de mucho más tiempo de exposición para un mismo nivel.

Al igual que ocurre con el TTS, si el tipo de ruido al que se ve expuesto una persona es de banda estrecha o bien es un tono puro, el PTS tendrá lugar en una frecuencia localizada alrededor de media octava por encima de la frecuencia de exposición, mientras que si el tipo de ruido es de banda ancha, el máximo PTS se localiza en 4 kHz.

Para explicar la aparición inicial de pérdidas auditivas a la frecuencia de 4 kHz existen tres teorías:

- **Teoría de Larsen:** La membrana basilar, como cualquier órgano, necesita mantener una irrigación sanguínea constante para desempeñar sus funciones vitales. Hay un vaso sanguíneo que recorre la membrana basilar

longitudinalmente y llegado a un punto, coincidente con la zona donde se produce la transducción a 4 kHz, el vaso sanguíneo se bifurca en dos vasos capilares con menor sección, y por lo tanto, menor caudal sanguíneo. Esto produce que, al recibir la células ciliadas menor aporte sanguíneo, y por ende, menor cantidad de oxígeno, mueran más fácilmente ante las agresiones externas (Barri, R., 2001).

- **Teoría de Rüedi y Furrer:** Explica el fenómeno de la aparición de una distensión en la membrana basilar en direcciones opuestas, lesionando la zona intermedia, al igual que en el caso anterior, coincidente con la zona más sensible a los 4 kHz (Rüedi, L. y col., 1947).
- **Teoría de Kobrak:** Se produce un cambio en la dirección de la corriente endolinfática que genera un cambio en la transmisión desde la cadena de huesos hacia la ventana redonda, zona más sensible a los 4kHz (Kobrak, H.G., 1947).

Las investigaciones realizadas hasta el momento sugieren que, a diferencia del TTS, para el PTS tan solo influye el total de energía sonora recibida por una persona, es decir, no es dependiente de la variación temporal de la exposición sonora, ni de la forma del espectro. Este criterio, denominado Criterio de la Energía Equivalente (Bas, P., 1997) o Principio de Igualdad de Energía (Recuero M., 2002), establece que:

- Una misma cantidad de energía sonora causa la misma pérdida de audición.
- Existe una correlación entre el nivel de ruido y el tiempo de exposición. La energía sonora total recibida se calcula con el producto de éstos.
- La pérdida de audición es proporcional a la energía sonora total recibida por el oído.

En el desplazamiento permanente del umbral de audición influye, no solo la exposición a determinado nivel de energía sonora, sino también otros factores no menos importantes, como son la edad y la interacción con agentes ototóxicos.

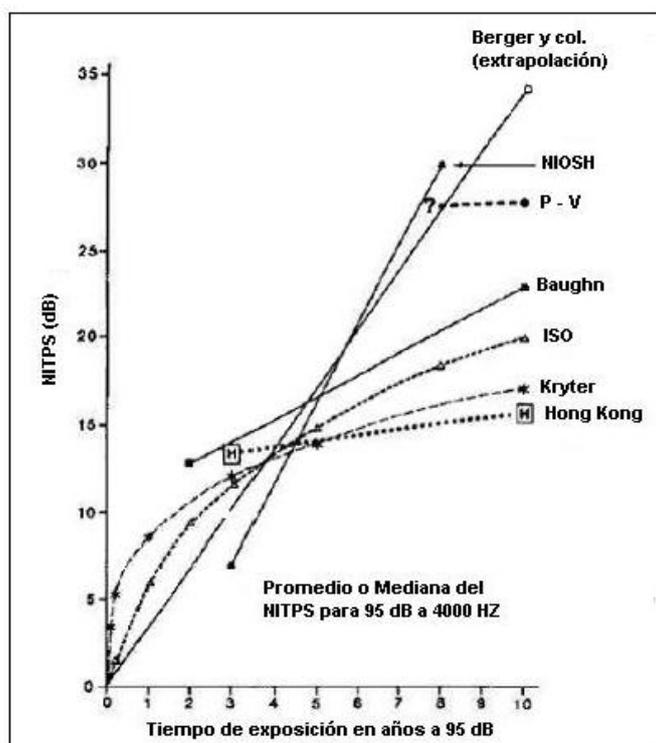
La pérdida de capacidad auditiva en función de la edad se conoce con el término de presbiacusia, acuñado por St. John Roosa en 1885 (Schacht, J. y col., 2005). Existen 4 tipos de presbiacusia (Schuknecht, H., 1955), éstas son:

- **Presbiacusia sensorial:** Debida a la atrofia del órgano de Corti traduciéndose en una caída brusca a altas frecuencias. Su aparición esta relacionada con el incremento de la edad del individuo.
- **Presbiacusia nerviosa:** Debida a la atrofia del ganglio espiral. Normalmente se inicia de forma más tardía y se asocia a una deficiente discriminación verbal.
- **Presbiacusia por atrofia de la estría vascular:** Normalmente es de tipo hereditario, y se caracteriza a grandes rasgos debido a que la curva audiométrica presenta unas características de horizontalidad.
- **Presbiacusia de conducción coclear:** Provocada por un incremento de la rigidez de la membrana basilar. Se inicia normalmente a edad media de la persona que la presenta, y las características de la curva audiométrica se representan de forma de una caída en alta frecuencia.

El Principio de Igualdad de Energía se desarrolló a partir de estudios de audiogramas de individuos expuestos a distintos niveles de ruido y durante diferentes períodos a lo largo de su vida laboral. En este principio se basa la norma internacional ISO 1999:1990 (ISO, 1990a) y su versión equivalente española (UNE 74-023-92; AENOR, 1992). En un principio, en la primera versión de la norma, se proponía un método para la determinación del riesgo auditivo por exposición a ruido, tomando como criterio de daño auditivo un aumento promedio del umbral de 25 dB en las bandas de 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz. La versión actual de la norma se ocupa únicamente de describir la distribución estadística del daño auditivo. Define pautas para calcular el déficit auditivo (o discapacidad) y el riesgo de déficit auditivo, pero no propone límites para el nivel umbral de audición por encima del cual se supone que existiría un déficit auditivo, dejando esta decisión en manos de las autoridades y legisladores de cada país.

El Principio de Igualdad de Energía, aún siendo el más aceptado en Europa y en aquellos países que utilizan las recomendaciones de la norma ISO 1999:1990, no está consensuado en todo el ámbito científico. Algunos autores han propuesto modelos distintos al utilizado por la norma ISO 1999:1990. La figura 41, muestra alguno de los modelos utilizados para simular desplazamiento permanente del umbral de audición inducido por ruido en función del número de años de exposición a un nivel de 95 dBA.

**Figura 41: Crecimiento de las pérdidas auditivas inducidas por ruido en relación al tiempo de exposición a un nivel sonoro de 95 dBA.** Los estudios de Baughn, Evans (Hong Kong) y NIOSH son datos reales. Las curvas de Kryter (1980) e ISO (1990) son modelos.



Fuente: Johnson. 1991.

Independientemente de cómo definan las normas el concepto de riesgo y de cómo valoren las diferentes legislaciones la discapacidad provocada por pérdidas auditivas, es conocido que una exposición prolongada a niveles de ruido elevados

afecta a numerosos elementos estructurales de las células auditivas, incluyendo a su membrana celular y a los procesos bioquímicos intracelulares (Kopke, R.,1999). Dichos cambios en la bioquímica intracelular pueden provocar la formación de radicales libres, sobre todo de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno y destruir los mecanismos internos antioxidantes y de detoxificación (Seidman, M.D. y col., 1993; Yamane, H. y col., 1995). Uno de los peligros del incremento de radicales libres y la disminución de la capacidad antioxidante, es que éstos tienen capacidad de oxidar lípidos, dañando la membrana de los órganos intracelulares como las mitocondrias y núcleos y produciendo posteriormente

Otro de los efectos provocados por la exposición al ruido es un proceso de vasoconstricción local en los vasos sanguíneos cocleares. La subsiguiente disminución del flujo sanguíneo produce hipoxia celular y predisposición, nuevamente, a la formación de radicales libres. Este proceso es conocido como estrés oxidativo (Seidman, M.D. y col., 1993). Estos procesos se ven amplificados por la presencia de determinadas sustancias denominadas ototóxicas. La ototoxicidad, es una lesión que afecta a la cóclea y/o al vestíbulo producida por algunos fármacos o sustancias químicas, dando lugar a hipoacusia neurosensorial y a alteraciones hematológicas, del comportamiento y de la visión.

La ototoxicidad puede diferenciarse en toxicidad coclear, cuyo síntoma más común es la pérdida de audición, y toxicidad vestibular, expresándose en forma de tinnitus y vértigos. Existe otra subdivisión, la toxicidad a nivel del sistema de conducción del oído medio, pero esta última es bastante infrecuente. A nivel coclear, son las células ciliadas externas las primeras en verse afectadas, alterando en primer lugar la transducción en altas frecuencias, en torno a 4 kHz. Posteriormente se ven afectadas las células ciliadas internas y las células de soporte, siendo el nervio auditivo el último en verse afectado (Da Silva, M.V., 2004).

#### 4.2.2 Alteraciones no auditivas producidas por el ruido laboral.

En la tabla 9, se puede observar un resumen de los efectos no auditivos que produce el ruido según diferentes organizaciones internacionales.

**Tabla 9: Efectos crónicos producidos por el ruido.** Según los análisis realizados por el ICBEN, todos los efectos crónicos presentados tienen algún tipo de relación con la exposición al ruido.

Evidencias suficientes : ++ HCN: Health Council of the Netherlands  
 Evidencias no concluyentes: +/- WHO: World Health Organization  
 Evidencias insuficientes : - IEH: Institute of Environment and Health (UK)  
 n.a. = no valorado

Tipo de efecto /daño	HCN	WHO	IEH	ICBEN
	1994	1995	1997	1998
Enfermedad cardíaca isquémica	++	+/-	+(+)	+(+)
Presión arterial: adultos	++	+/-	+/-	+/-
Presión arterial: niños	+/-	+/-	+/-	+(+)
Respuestas hormonales al stress: adultos	+/-	-	+/-	+/-
Respuestas hormonales al stress: niños	n.a.	-	+/-	+/-
Salud psicológica	+/-	+/-	+/-	+/-
Peso al nacer	+/-	+/-	+/-	+/-
Embarazo	-	-	-	-
Bajas por enfermedad	+/-	n.a.	n.a.	+/-
Accidentes	n.a.	n.a.	n.a.	+/-
Respuesta del sistema inmunológico	+/-	-	-	-

Fuente: International Commission on Biological Effects of Noise, ICBEN, 2002.

➤ **Interferencia con la comunicación y la seguridad.**

Es sabido que el ruido puede entorpecer o enmascarar tanto la comunicación hablada, como las señales de alarma. Diferentes experiencias han demostrado que con niveles de ruido superiores a 80 dBA es preciso alzar la voz, y que por encima de los 85 dBA es necesario gritar para hacerse entender. En ambientes cercanos o los 95 dBA es necesario acercarse al interlocutor para poder comunicarse. En los casos en los que los trabajadores necesitan comunicarse dentro de ambientes con los niveles anteriormente citados, y éstos no disponen de sistemas de comunicación diferentes al del habla, pueden desarrollarse diferentes afecciones de la voz, como son los nódulos, afonías y otras anomalías en las cuerdas vocales.

Por otra parte, niveles elevados de ruido pueden comprometer la seguridad de los trabajadores, debido a la dificultad para escuchar alarmas, advertencias y avisos y a la generación de distracciones durante la actividad laboral. En este sentido, se puede afirmar que el ruido es un factor de riesgo de accidentes. Además, los efectos de la pérdida auditiva inducida por ruido, junto con la necesidad de utilizar protección auditiva para contrarrestar dichos efectos, contribuyen de forma indirecta a incrementar la tasa de accidentalidad debido a la interferencia con las señales sonoras. Este problema ha sido documentado en escasos trabajos, debido a su dificultad de estudio (Wilkins, P.A 1982; Molí Van Charante, A.V., 1990; Cordeiro, R. y col., 2005).

La Directiva Europea 2003/110/CE (DO,2003), especifica que al evaluar los riesgos se deberá prestar especial atención a todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores, derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes.

➤ **Molestia.**

Aunque desde el punto de vista laboral, pueda parecer que este aspecto no es el más peligroso, si que se trata de uno de los efectos negativos más frecuentes y uno de los menos tenidos en cuenta en el mundo laboral. El término molestia puede ser definido de diferentes formas, pero en lo que a molestia por ruido se refiere, puede definirse como "el grado de perturbación que provoca el ruido a la población" (BOE, 2005).

Puesto que el término molestia lleva implícita en su definición la componente subjetiva es difícil determinar el grado de la misma mediante mediciones de los niveles de ruido únicamente. Estas mediciones se deben complementar con otros métodos de valoración, como pueden ser encuestas, auto-evaluaciones y monitorización de las funciones fisiológicas en trabajadores expuestos a diferentes tipos de ruido. La molestia ha sido muy estudiada en el campo del ruido ambiental (Sommerhoff, J., 2006; Sommerhoff, J., 2004; Suárez, E.A., 2002), de hecho, existe una norma internacional que estandariza el tipo de preguntas que han de realizarse en encuestas socio-acústicas e incluye cuestiones sobre los efectos del ruido, normalizando el tipo de preguntas, las escalas de las respuestas, etc. (ISO, 2003a).

La molestia producida por exposición al ruido no ha sido tan estudiada en el campo laboral como en el ambiental, si bien han sido publicados algunos estudios sobre molestia en ambientes laborales. En 1995 se llevó a cabo un estudio en 439 centros de trabajo, con diferentes tipos de situaciones laborales y ruidos de diferente

características frecuenciales y niveles. El análisis de dosis - respuesta entre molestia y nivel sonoro, mostró que las personas expuestas a ruido con componentes tonales identificables mostraban la misma molestia que personas expuestas a niveles de banda ancha 6 dB más elevados (Landström, U. y col., 1995).

Por otra parte, en diferentes ámbitos se han realizado numerosas encuestas sobre condiciones laborales (NIOSH, 1988a; NIOSH, 1988b; NIOSH, 1990; INSHT, 2004; (EUROFOUND, 2006a), aunque dichas investigaciones no han sido realizadas exclusivamente desde la perspectiva acústica, por lo que ésta cuestión se encuentra todavía lejos de quedar resuelta.

#### ➤ **Efectos sobre el sueño.**

El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes. Puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. El sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental. Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. La diferencia entre los niveles de sonido de un ruido y los niveles de sonido de fondo, en lugar del nivel de ruido absoluto, puede determinar la probabilidad de reacción. La probabilidad de ser despertado aumenta con el número de eventos de ruido por noche.

Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento.

Para descansar apropiadamente, el nivel de sonido equivalente no debe exceder 30 dBA para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido individual por encima de 45 dBA. Para fijar límites de exposición al ruido durante la noche, se debe tener en cuenta la intermitencia del ruido. Esto se puede lograr al medir el número de eventos de ruido y diferenciar entre el nivel de sonido máximo y el nivel de sonido de fondo. También se debe prestar atención especial a las fuentes de ruido en un ambiente con bajos niveles de sonido de fondo; combinaciones de ruido y vibraciones y fuentes de ruido con componentes de baja frecuencia.

Se pueden clasificar los efectos del ruido sobre el sueño en tres grupos principales, según su momento de aparición. En primer lugar, el ruido puede producir interferencias sobre el mecanismo normal del sueño en términos de dificultad para su inicio, alteraciones del patrón o intensidad del sueño e interrupciones del mismo. Este conjunto de efectos se denominan alteraciones primarias del sueño. Se incluyen también otros efectos primarios de naturaleza nerviosa vegetativa que se manifiestan durante el sueño con exposición a ruido, tales como aumento de la presión arterial, aumento del ritmo cardíaco, arritmia cardíaca, vasoconstricción, cambios en la frecuencia respiratoria y movimientos corporales. Los efectos que aparecen la mañana o el día después de la exposición al ruido durante el sueño se denominan alteraciones secundarias, e incluyen reducción en la calidad percibida del sueño, fatiga, modificaciones del carácter y el comportamiento y alteración del bienestar y de la actividad general. Por último, se ha señalado también la posible existencia de efectos a largo plazo, menos conocidos, que pueden manifestarse después de largos períodos de exposición al ruido durante el sueño.

Potencialmente, los efectos de la alteración del sueño por el ruido pueden dar lugar gradualmente a la aparición de enfermedades funcionales que con el tiempo pueden llegar a establecerse como enfermedades orgánicas progresivas e irreversibles. En relación con todo ello, se ha recomendado que durante la noche los niveles sonoros equivalentes (Leq) exteriores no deben superar los 45 dBA (García, A., 2002).

➤ **Efectos sobre las funciones fisiológicas.**

La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.

▪ **Sistema nervioso central.**

El ruido provoca modificaciones en las corrientes cerebrales, reduciendo las ondas alpha-1, e incrementando las ondas theta (Yuan, Q., 2000).

Por otra parte, diferentes estudios con técnicas de Magnetoencefalografía han constatado que la presencia de ruido afecta al procesado auditivo y lingüístico de diferente forma en cada hemisferio cerebral (Shtyrov, Y., y col., 1993; Herrmann, C., y col., 2000; Kim, W.S., y col., 2003). Una exposición a ruido laboral a largo plazo altera la organización cortical del procesado de los sonidos en el cerebro causando una alteración de la lateralización hemisférica del mismo.

Otras respuestas ante niveles de ruido elevados son el incremento de la presión del líquido cefalorraquídeo ante ruidos inesperados y alteración de la coordinación del sistema nervioso central (Recuero, M., 2002).

▪ **Sistema cardiovascular.**

Existen considerables evidencias de que una elevada exposición al ruido puede influir en las funciones cardiovasculares y en los niveles de catecolaminas. Diversos estudios epidemiológicos sugieren además que el ruido puede ser un factor de riesgo, aunque en la literatura médica y en las diferentes publicaciones se encuentran numerosas contradicciones. En una revisión de las publicaciones médicas realizadas hasta 1989, Kristensen revisó 47 estudios epidemiológicos encontrando en 23 de ellos una relación positiva entre exposición al ruido y problemas cardiovasculares (Butler, M.P. y col., 1988).

En entornos con exposición sonora excesiva está comprobado, desde los años 70, la intensificación de las características agregantes de plaquetas y leucocitos (Kellerhals, B., 1972; Cocchiarella, L.A., 1995).

En un estudio llevado a cabo en 1991 se confirmó la existencia de hiperviscosidad sanguínea en trabajadores expuestos a ruido laboral intenso con mayores pérdidas auditivas. Esto se asoció a la generación de reactantes de fase

aguda con efecto proagregante eritrocitario, del tipo del fibrinógeno y la fibronectina (Solerte, S.B. y col., 1991).

La hiperviscosidad sanguínea dificulta el adecuado aporte de oxígeno a órganos y sistemas, predisponiendo así a la aparición de desórdenes sensoriales como la hipoacusia perceptiva. La contaminación acústica de los entornos laborales puede perfectamente incrementar esta incapacidad para el suministro de oxígeno en el oído interno ejerciendo un efecto complementario y potenciador de la sordera (García, J. 2004). Por otra parte, algunas investigaciones relacionan la exposición a elevados niveles de ruido en ambientes laborales (LAeq > 95 dBA durante varios años), con el incremento de secreciones de hormonas del estrés como son la epinefrina, norepinefrina y cortisol. A su vez la presencia de estas hormonas representa un factor de riesgo cardiovascular (Basbisch, W. y col., 2001). En la tabla 10 se enumeran algunos de los sistemas que pueden verse afectados y los efectos susceptibles de aparecer.

**Tabla 10: Efectos del ruido sobre la salud a nivel sistémico.** La exposición a ruido origina una serie de efectos sobre sistemas, aparatos y órganos.

Sistema Afectado	Efecto
Sistema Nervioso Central	Hiperreflexia y alteraciones en el EEG
Sistema Nervioso Autónomo	Dilatación pupilar
Aparato Cardiovascular	Alteraciones en la frecuencia cardíaca, e hipertensión arterial (aguda).
Aparato Digestivo	Alteraciones en la secreción gastrointestinal.
Sistema Endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato Respiratorio.	Alteraciones del ritmo.
Aparato Reproductor - Gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematuridad, riesgos auditivos del feto.
<b>Órgano de la Visión.</b>	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación.
Aparato Vestibular.	Vértigos y nistagmus

Fuente: International Commission on Biological Effects of Noise, 2000.

- **Otros efectos.**

El ruido también afecta al sistema endocrino. Los mecanismos mediante los cuales éste se ve afectado por la exposición al ruido son complicados. La mayoría de los efectos demostrados han sido testados mediante ensayos con mamíferos, por lo que es de suponer que la afección en el ser humano sea similar (Recuero, M., 2002). La presencia de ruido afecta a la respuesta de la hipófisis, de las glándulas suprarrenales, y produce alteraciones de la concentración de glucosa en sangre.

La exposición al ruido provoca también efectos sobre el aparato respiratorio, incrementando la frecuencia respiratoria, sobre el aparato digestivo, produciéndose lesiones ante elevados niveles de baja frecuencia (Tomei, F., 1994; Da Fonseca, 2006), sobre el equilibrio (Golz, A. y col., 2001), sobre la visión (Harazin, C. y col., 1990) y sobre el embarazo, donde se han documentado casos de anomalías congénitas en fetos cuyas madres estuvieron expuestas a elevados niveles de ruido, diferentes efectos negativos sobre los nonatos (Brezinka, C., 1997), y sobre los neonatos (Kawada 2006).

### ➤ Efectos sobre funciones psicológicas.

El ruido produce molestia, y ciertos signos de molestia pueden manifestar el desarrollo de psicopatologías. El grado de molestia o psicopatologías a menudo refleja características psicosociales del individuo, no solo el nivel de ruido. De forma general, se puede relacionar el ruido con un incremento de la molestia y a su vez ésta con determinados efectos psicopatológicos (Butler, M.P. y col., 1988).

Diferentes estudios han demostrado que el ruido suele tener escasos efectos sobre tareas repetitivas y monótonas (Suter, A. H., 2001), aunque las tareas que requieren concentración pueden verse afectadas por la presencia de ruido (Rentzsch, M. 1990; Banbury, S.P. y col., 2005). Aunque no existen conclusiones significativas que hayan conseguido relacionar todas las características del ruido (variabilidad, continuidad, repetitividad, intensidad y componentes frecuenciales), sí se tiene constancia de que algunas de ellas por separado producen alteraciones en el desarrollo de ciertas tareas, sobre todo en función de la demanda mental, de la demanda sensomotriz y de la complejidad que exige la tarea (CSP, 2000).

Los trabajadores que se encuentran afectados por cierto grado de hipoacusia tienden a ser propensos a padecer estrés y ansiedad producidos por sus problemas de audición y comunicación. Debido a que estos individuos se muestran reacios a mostrar sus problemas de audición, se encuentran atemorizados ante la posibilidad de no poder afrontar situaciones o de cometer errores graves (Hétu, R., 2001), afectando esto a la salud mental de los trabajadores (Chubarov, I.V., 1999).

El ambiente de ruido presente en el lugar de trabajo provoca obstáculos a la integración social, dificultando la comunicación de tal forma que ésta se limita al mínimo imprescindible. Se produce de ésta forma un deterioro de la comunicación informal, que a su vez disminuye la calidad de vida laboral (Hétu, R., 2001). Esta situación se hace especialmente adversa para aquellos trabajadores que padecen algún grado de pérdida auditiva, produciéndose un aislamiento de éstos por parte de los compañeros.

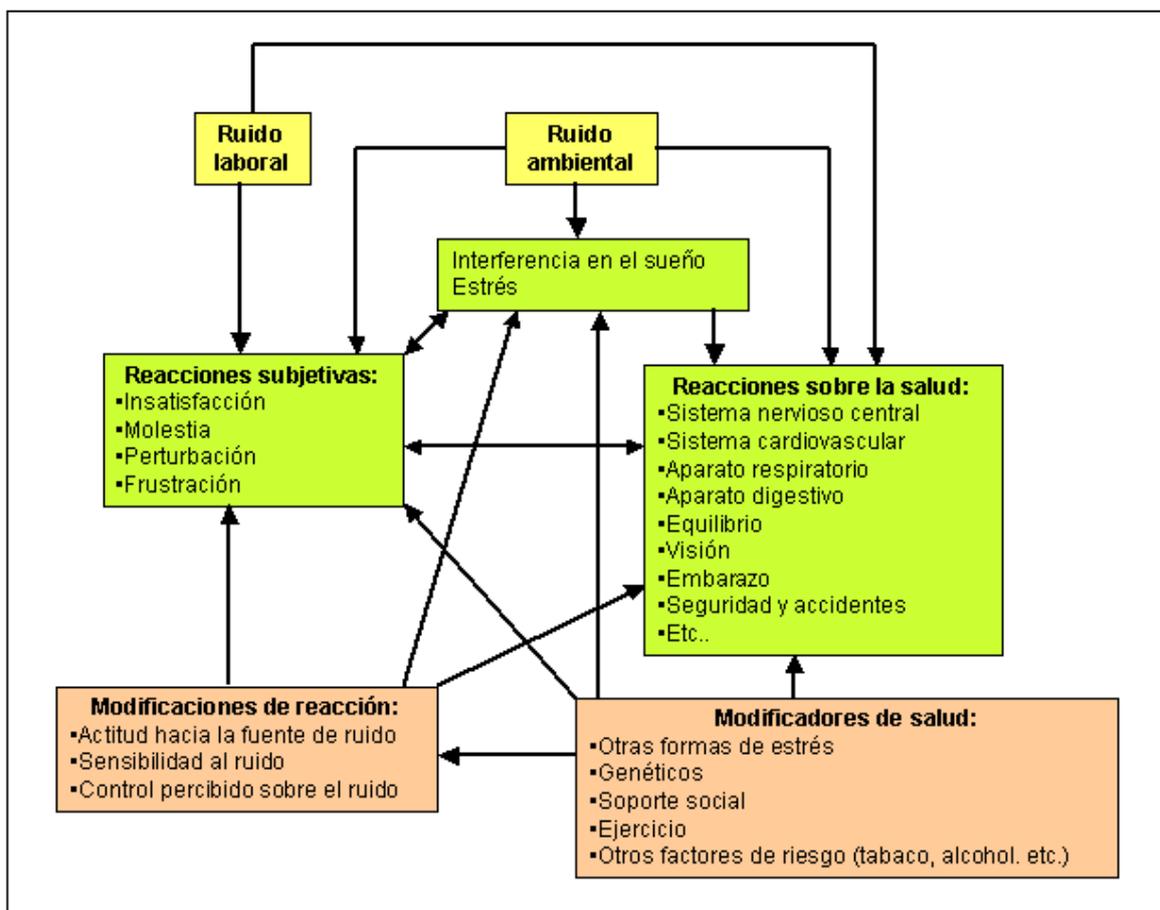
Los obstáculos a la integración social pueden derivar en obstáculos a la promoción profesional, e influir en las actividades sociales de las personas afectadas por una pérdida auditiva de origen profesional e incluso afectar a la vida familiar (Hétu, R., 2001). El afectado por una pérdida auditiva de origen laboral tiende a enmascarar su problema en sus relaciones sociales, tratando de evitar las situaciones difíciles. Esto provoca la necesidad de desahogar la ansiedad generada en el ámbito familiar, trasladando los problemas a los familiares y obligando a éstos a adaptarse al déficit auditivo, generando frustración, enfado, malentendidos y resentimiento (Hétu, R., 2001; Reis, M. y col., 2001). Otros efectos sobre funciones psicológicas provocados por el ruido son:

- Alteraciones en la conducta y en el bienestar (muy relacionado con el término molestia).
- Efectos negativos sobre la memoria (Santisteban, C. y col., 1990). atención y procesamiento de la información (Recuero 2002). A este respecto, se han desarrollado algunas investigaciones sobre los efectos del ruido en la concentración (Banbury, S.P. y col., 2005), sobre la productividad y eficiencia en el trabajo (Becker 1995; Dylan, M. y col., 1998), y como causante de fatiga, sobre todo en bajas frecuencias (Landstrom, V., 1990), demostrándose que bajo

determinadas condiciones de nivel, frecuencia y características temporales, influye sobre estos aspectos.

También se tiene constancia, de que la interferencia producida en la comunicación oral por la presencia de ruido en determinadas situaciones laborales, puede desembocar en accidentes de trabajo debido a malentendidos, instrucciones no entendidas, incapacidad para escuchar las señales de alarma, la cercanía de vehículos, caídas de objetos, etc. (ISO, 1997; ICBEN, 2002). Los efectos que el ruido provoca sobre las personas están influenciados tanto por la sensibilidad, como por la susceptibilidad de cada individuo. En la figura 42 se muestra un esquema de las complicadas interrelaciones provocadas por la exposición al ruido, tanto ambiental, como laboral.

**Figura 42: Modelo de conexiones causales entre exposición a ruido, reacciones, modificadores y efectos sobre la salud.** No existe en la actualidad un consenso absoluto sobre qué características del ruido provocan según que efectos, ya que éstos dependen de un gran número de variables.



Fuente: Job, R.F., 1996.

Por otra parte, es necesario subrayar el hecho de que los estudios sobre, efectos del ruido llevados a cabo hasta la fecha son dispares en cuanto a metodología seguida, individuos analizados (en algunos casos seres humanos, en otros casos animales en laboratorio), niveles de ruido a los que éstos han sido expuestos, tipo de ruido (banda ancha, tonos puros, bajas frecuencias, altas

frecuencias), impulsividad, tiempo de exposición y características temporales del ruido, e interacción con otro tipo de sustancias o agentes físicos.

Unos efectos son instantáneos, otros crónicos, otros tienen una duración temporal limitada finalizado el tiempo de exposición y algunos tardan en manifestarse incluso años. Los efectos del ruido sobre la salud pueden verse incrementados como consecuencia directa de la exposición al ruido, o bien pueden aparecer de forma directa por la simple exposición a éste (Job, R.F., 1996). Muchos de los efectos causados por la exposición a ruido están relacionados entre sí y no pueden ser estudiados ni entendidos de forma aislada.

#### ➤ **Efectos sobre el rendimiento.**

Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores y niños. Si bien un incremento provocado del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas de corto plazo, el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma.

La exposición al ruido también afecta negativamente el rendimiento. En las escuelas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación. Se debe reconocer que algunas de las estrategias de adaptación al ruido de aviones y el esfuerzo necesario para desempeñar adecuadamente una tarea tienen su precio. Los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso simpático, lo que se manifiesta en mayores niveles de la hormona del estrés y presión sanguínea más elevada en estado de reposo. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente.

Es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración. En ambos casos se afectará la realización de la tarea, pareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma. Algunos accidentes, tanto laborales como de tránsito, pueden ocurrir debido a este efecto.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura (Tolosa, F., 2003).

#### ➤ **Efectos sociales y sobre la conducta.**

El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia. Esos efectos a menudo son complejos, sutiles e indirectos y son resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. El efecto del ruido urbano sobre la

molestia se puede evaluar con cuestionarios o estudios del trastorno de actividades específicas.

Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido de tránsito o de la industria causan diferentes grados de molestia. Esto se debe a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica. La correlación entre la exposición al ruido y la molestia general es mucho mayor en un grupo que en un individuo. El ruido por encima de 80 dBA también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. Asimismo, se cree que la exposición continua a ruidos de alto nivel puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo.

Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos, como un disparo. Las reacciones temporales más fuertes ocurren cuando la exposición aumenta con el tiempo, en comparación con una exposición constante. En la mayoría de casos,  $LA_{eq,24h}$  y  $L_{dn}$  son aproximaciones aceptables de la exposición al ruido relacionada con la molestia. Sin embargo, es necesario evaluar individualmente todos los parámetros del componente en las investigaciones de exposición al ruido, al menos en los casos complejos. No existe consenso sobre un modelo para la molestia total debido a la combinación de fuentes de ruido ambiental.

#### ➤ **Interferencia en la comunicación.**

El nivel de presión sonora que genera una conversación moderada, a un metro del locutor, es entre 50 dBA y 55 dBA. Hablando a gritos se puede alcanzar a 75 dBA u 80 dBA. Por otro lado, para que un mensaje oral posea una inteligibilidad del 80% se requiere que éste supere en alrededor de 12 dBA al ruido de fondo (Meyer Sound, 2006). Por lo tanto, un ruido de fondo con niveles superiores a 40 dBA provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 dBA de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Un caso de mucha importancia hoy en día es el que se presenta al interior de las salas de clases. En establecimientos educacionales cercanos a vías con un alto tránsito vehicular, aeropuertos o zonas industriales, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, es básico que el ruido de fondo no supere los 55 dBA; sin embargo, este nivel suele ser superado ampliamente (colegios ubicados en el centro de la capital están expuestos a 60 dBA y, en algunos casos, a 70 dBA), dificultando la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento de los alumnos, además del desgaste de las cuerdas vocales, sordera por exposición acumulativa al ruido y síntomas relacionados con el estrés, la irritabilidad, pérdida de concentración y fatiga en los profesores.

#### ➤ **Efectos combinados del ruido de fuentes mixtas sobre la salud.**

Muchos ambientes acústicos constan de sonidos provenientes de más de una fuente; es decir, existen fuentes mixtas y es común la combinación de efectos. Por ejemplo, el ruido puede interferir la comunicación oral durante el día y perturbar el sueño durante la noche.

Estas condiciones se aplican sin duda a zonas residenciales con alta contaminación por el ruido. Por consiguiente, es importante considerar todos los efectos del ruido sobre la salud durante las 24 horas y aplicar el principio preventivo para el desarrollo sostenible.

➤ **Subgrupos vulnerables.**

Cuando se recomiendan reglamentos sobre ruidos o de protección contra ruidos, se deben considerar los subgrupos vulnerables de la población. En cada subgrupo, se deben considerar los diferentes efectos del ruido, sus ambientes y modos de vida específicos. Ejemplos de subgrupos vulnerables son las personas con enfermedades o problemas médicos específicos (por ejemplo, hipertensión); los internados en hospitales o convalecientes en casa; los individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos; sordos, fetos, bebés, niños pequeños y ancianos en general. Las personas con problemas de audición son las más afectadas en lo que se refiere a la interferencia en la comunicación oral. La sordera leve en la banda sonora de alta frecuencia puede causar problemas con la percepción del habla en un ambiente ruidoso. La gran mayoría de la población pertenece al subgrupo vulnerable a interferencias en la comunicación oral.

➤ **Sociales y económicos.**

La combinación de todos los factores anteriormente descritos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia. En consecuencia, un número creciente de ciudadanos ha fijado su residencia en lugares inicialmente más sosegados.

Según la DG de Medio Ambiente de la Comisión de la UE, "en la actualidad, principios de 2001, las pérdidas económicas anuales en la Unión Europea inducidas por el ruido ambiental se sitúan entre los 13.000 y los 38.000 millones de euros. A esas cifras contribuyen, por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costos sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el coste de los días de abstención al trabajo". Ejemplos de efectos no incluidos en la estimación son la baja productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo de ciertas ciudades históricas, los daños materiales producidos en edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones, etc.

➤ **Sobre la fauna salvaje.**

Este aspecto no ha sido explorado aún suficientemente. Los resultados de las investigaciones disponibles apuntan a efectos negativos sobre la nidificación de las aves, los sistemas de comunicación de los mamíferos marinos y otros peor definidos.

Es de temer que sólo estemos viendo el peak del iceberg y que éstos no sean sino unos pocos ejemplos de un efecto mucho más general y que puede estar ocurriendo a gran escala: la contribución del ruido al desplazamiento de muchas especies animales de sus hábitats y rutas naturales, así como a la creación de impedimentos a sus costumbres de reproducción y alimentación.

### 4.3 Dimensión del problema del ruido en el lugar de trabajo.

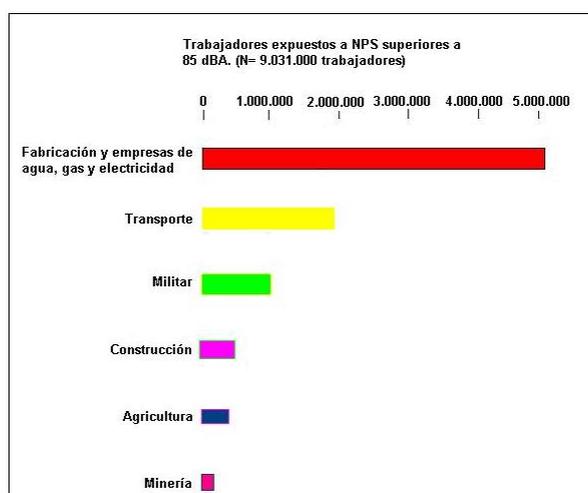
#### ➤ Grupos vulnerables.

Los grupos de trabajadores con mayor probabilidad de sufrir exposiciones sonoras elevadas, y por ende, padecer alguno de los efectos originados por la exposición a ruido son aquellos que desarrollan su actividad laboral en entornos típicamente ruidosos. La literatura científica ha tratado desde hace años este problema, estudiando los niveles sonoros a los que se encuentran expuestos los trabajadores de numerosos sectores industriales.

En la figura 43, se muestra un gráfico con el número de trabajadores expuestos a niveles de ruido diarios superiores a 85 dBA en Estados Unidos, según los distintos sectores industriales en las que desarrollan su actividad laboral. Por otro lado, se muestra una estimación del número de trabajadores expuestos a dichos niveles en cada una de las industrias.

Numerosos estudios se han encargado de describir los niveles sonoros en las diferentes industrias, así como de estudiar los niveles a los que se encuentran expuestos los trabajadores y de intentar aportar soluciones en este campo.

**Figura 43: Distribución de los trabajadores expuestos a ruido en Estados Unidos.** Los sectores profesionales de la fabricación y energía, el transporte, el sector militar, el sector constructivo, la agricultura y la minería, presentan en Estados Unidos el mayor número de empleados expuestos a ruido laboral.



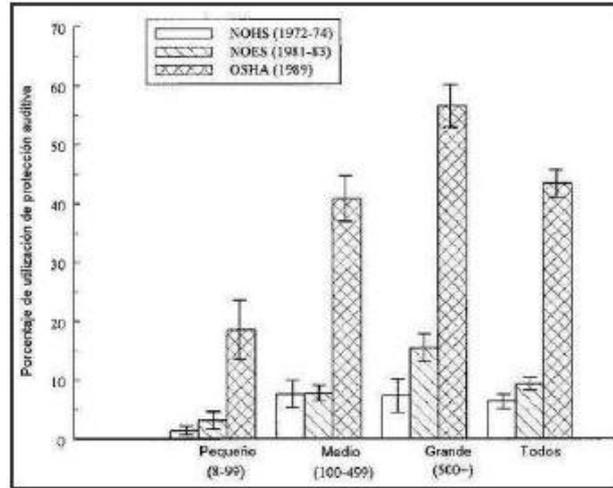
Fuente: Suter A.H, 2001.

Uno de los trabajos más relevantes en cuanto a la extensión temporal, fue realizado en la industria manufacturera de Estados Unidos desde 1972 hasta 1989, en el cual se estudió la tasa de utilización de protectores auditivos entre los trabajadores del conjunto de dicha industria a partir de tres encuestas realizadas en 1972-1974, 1981-1983 y 1989 (Davis, R. y col., 1998). La tendencia de la tasa de utilización de protectores auditivos fue creciente, pasando de una tasa de utilización del 6,3% en el período 1972-1974, al 43% en 1989 (figura 44).

En Tailandia también se realizó un estudio sobre la relación entre los niveles sonoros y las pérdidas de audición permanentes en trabajadores del sector textil y manufacturero, destacando los elevados niveles de ruido presentes en el sector, con

un rango entre  $101,3 \pm 2,7$  dBA y  $89,8 \pm 5,3$  dBA, y la elevada tasa de no utilización de protectores auditivos entre los empleados, donde un 38,6% de los trabajadores nunca utilizaba protectores auditivos (Chavalitsakulchai, P., 1989).

**Figura 44: Porcentaje de utilización de protección auditiva.** La tendencia de la tasa de utilización de protectores auditivos fue creciente, pasando de una tasa de utilización del 6,3% en el período 1972-1974, al 43% en 1989.



Fuente: Davis, R. y col., 1998.

Muchas ocupaciones clasificadas como "ruidosas" han sido estudiadas, destacando la ocupación militar, donde, sobre todo en Estados Unidos, se han realizado multitud de trabajos de gran envergadura en lo que a la población de estudio se refiere. Destacan los trabajos llevados a cabo por Bohnker y col., sobre los cambios en el umbral auditivo en soldados de la marina con un total de 83.000 audiogramas realizados (Bohnker, K. y col., 2004), o los trabajos realizados por el mismo equipo sobre los umbrales auditivos de la tropa de la marina en función del sexo y edad, con una muestra de más de 68.000 individuos (Bohnker, K. y col., 2002).

El sector forestal, agrícola y ganadero también ha sido objeto de estudio desde el punto de vista de la salud auditiva de sus trabajadores. Destaca un estudio longitudinal desde 1953 hasta 1995 sobre el uso de protección auditiva en los sectores forestal, molinero y astillero realizado en Finlandia (Toppila, E., 2005). En un estudio llevado a cabo por The Health and Safety Executive (HSE), responsable de la regulación de salud y de seguridad en Gran Bretaña, sobre trabajadores del sector agrícola y hortofrutícola, se estimó que en Gran Bretaña existe un total de 17.000.000 jornadas laborales anuales equivalentes sometidas a niveles de ruido superiores a 85 dBA, lo que traducido a número de trabajadores, serían alrededor de 70.800 personas expuestas al año. Por otro lado, más de 33.300 trabajadores se encontrarían expuestos a niveles diarios superiores a 90 dBA y algo más de 3.000 expuestos a niveles superiores a 100 dBA (HSE, 1989).

La relación entre exposición al ruido y pérdida auditiva también ha sido estudiada en el sector del transporte. Ya en 1978 se realizó un estudio sobre cambios temporales en el umbral de audición (TTS) en personas expuestas al ruido de diferentes medios de transporte aéreo y rodado, demostrando que a determinados niveles de ruido de tráfico se producen cambios temporales en el umbral de audición (Kabuto, M., 1979). En otro trabajo realizado en Sao Paulo entre 624 agentes

encargados de la regulación del tráfico se encontró que un 28,5% de la población examinada sufría pérdidas auditivas debido a los elevados niveles de ruido ambiental, que en este caso también es laboral (Melo, A. y col., 2005).

Los tres sectores que tradicionalmente se han relacionado en mayor medida con los niveles más elevados de ruido y con las mayores tasas de pérdida auditiva entre sus empleados han sido la metalurgia, la construcción y la minería.

En el sector metalúrgico, una de las características principales de ruido al que suelen estar expuestos los trabajadores es su característica impulsiva como consecuencia de los impactos producidos entre metales. En una investigación realizada sobre 716 remachadores y estampadores se registraron niveles de exposición diarios de 99 dBA y 108 dBA, respectivamente. Comparando la audición de estos trabajadores con la de un grupo de control de 293 individuos, se observó que aquellos trabajadores con más de 10 años empleados en esa actividad desarrollaban pérdidas auditivas superiores a lo esperado debido a las características del ruido al que se encontraban expuestos (Taylor, W. y col., 1984).

En otro trabajo realizado sobre 332 trabajadores del metal, se buscaron 2 ambientes similares en cuanto a niveles de presión sonora, pero muy diferentes en cuanto a los niveles peak e impulsividad. Las pérdidas auditivas medidas y calculadas según la norma ISO 1999:1990 difirieron en 2 dB como consecuencia de la presencia de ruido impulsivo (Suvorov, G. y col., 2001).

Se estima que en Estados Unidos existe un millón y medio de trabajadores de la construcción expuestos a niveles de ruido peligrosos para la salud auditiva (Suter, A.H., 2002). El principal problema de este sector es el rechazo a la utilización de equipos de protección individual en general y de protectores auditivos en particular, ya que interfieren en la comunicación oral y dificultan la audición de señales de alarma y aviso.

Dentro del sector de la construcción, se han realizado diversos estudios de la exposición sonora a la que se encuentran expuestos diferentes profesiones del sector. En el caso de electricistas (Seixas, N. y col., 2001) se observó, sobre una muestra de 174 trabajadores, que el 67,8% superaba niveles diarios de 85 dBA y un 27% superaba los 90 dBA. O el trabajo de Neitzel (Neitzel, R. y col., 1999), en el que se estudiaron los niveles de ruido de carpinteros, albañiles, encofradores y oficiales en diferentes obras, mostrando unos porcentajes de trabajadores expuestos niveles diarios superiores a 85 dBA del 67,9%, 79,0%, 97,1% y 93,1%, respectivamente, y a más de 90 dBA del 49,1%, 37,3%, 57,6% y 34,2%, respectivamente.

Otro de los problemas que plantea el sector de la construcción, es la dificultad de valorar de forma homogénea las tareas que llevan a cabo los operarios que ocupan un mismo puesto de trabajo, ofreciendo resultados de medida poco repetitivos, variando enormemente de una jornada laboral a otra en función de las tareas que realice el trabajador. Este problema fue abordado en un trabajo en el que se analizaban, desde el punto de vista acústico, las diferentes tareas que realizaban distintos trabajadores de la construcción a lo largo de su jornada laboral completa, intentando caracterizar cada una de las tareas en cuanto a su duración y niveles (Kerr, M. y col., 2002).

En lo que respecta al sector minero, aunque la minería se encuentra reconocida como una ocupación de entre las más ruidosas, existen muy pocos

estudios en los que se hayan examinado los niveles de exposición al ruido entre los mineros. En la literatura especializada en acústica aparecen pocas reseñas en este sentido.

En cambio, en lo que respecta a estudios relacionados con la función auditiva de los trabajadores de la minería, aparece un número considerable de trabajos que relacionan la pérdida de audición con el sector de la minería. Estos trabajos presentan diversos enfoques y metodologías, siempre desde el punto de vista médico. Muchos de ellos se limitan a realizar estudios bibliográficos de las investigaciones publicadas anteriormente (McBride, D.I., 2004), otros realizan estimaciones del riesgo de pérdida auditiva a partir de datos de niveles existentes, y de datos estadísticos sobre mano de obra, población, distribución de edad y sexo, etc., aplicando diferentes métodos de estimación (Waronski, K., 1999).

En otros trabajos se han estudiado los conocimientos y actitudes con respecto a la pérdida auditiva inducida por ruido y el uso de protectores auditivos por parte de trabajadores de la minería interior, mediante cuestionarios y encuestas (Kahan 1994; McBride 1993). Otro de los enfoques realizados en estos trabajos fue el de valoración de los umbrales auditivos, como es el caso del trabajo de Hessel, llevado a cabo sobre un total de 2.667 mineros sudafricanos, donde se encontró un incremento del umbral auditivo en el 21,6% de los trabajadores de mayor edad (Hessel, P.A., 1987).

La generación de tan elevado número de trabajos evidencia la relación existente entre la actividad laboral desarrollada en el sector minero y el riesgo de pérdida auditiva.

No solo los trabajadores que desarrollan su actividad en entornos ruidosos presentan riesgo de sufrir los efectos que el ruido provoca sobre la salud. Es necesario considerar también sectores identificados por la mayoría de la gente como poco ruidosos, como puede ser una oficina, o un estudio de producción de radio o televisión. Estos ambientes laborales suelen presentar bajos niveles de ruido "ambiental", pero en determinados puestos de trabajo se pueden estar sufriendo exposiciones sonoras muy elevadas. Este es el caso de telefonistas, teleoperadores, operadores de cámaras, personal de producción, etc., que para desarrollar su actividad laboral necesitan del uso de auriculares, situándose la fuente de ruido muy cercana al oído. Estos puestos de trabajo deben ser evaluados mediante técnicas especiales para determinar la inmisión sonora de fuentes sonoras colocadas cerca del oído, denominadas técnica MIRE (AENOR, 2003) y técnica HATS o Técnica que utiliza un maniquí (AENOR, 2005).

➤ **Situación actual según la Organización Mundial de la Salud – Organización Internacional del Trabajo.**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que existen aproximadamente 278 millones de personas con déficit auditivo en el mundo. El 80% de las personas con problemas auditivos viven en países subdesarrollados o en vías de desarrollo. El 50% de las pérdidas auditivas podrían evitarse mediante prevención, un diagnóstico precoz y una gestión eficaz.

Para la OMS, las afecciones auditivas y la sordera son serias incapacidades que pueden llegar a imponer una fuerte carga social y económica sobre los individuos, familias, comunidades y países (OMS, 2006).

La OMS ha diseñado varias acciones y actividades para prevenir y controlar afecciones auditivas y la sordera (OMS, 2006). Estas acciones incluyen:

- Desarrollo de una base de datos global sobre sordera y pérdidas auditivas para demostrar la dimensión y el costo del problema, que sirva para ayudar a realizar un análisis de coste-beneficio de las diferentes intervenciones posibles.
- Desarrollo y distribución de directrices contra las principales causas de daño auditivo.
- Creación de un programa de concienciación acerca de los niveles y costos de la pérdida auditiva y de los beneficios de la prevención.
- Animar a los países miembros a establecer programas nacionales de prevención.

Todas estas acciones no solo están enfocadas a las pérdidas de audición por exposición al ruido, sino a todas las causas posibles de sordera.

En 1997 la OMS publicó un informe sobre prevención de las pérdidas auditivas inducidas por ruido en el marco de un programa de definición de las estrategias para la prevención de la sordera y de los daños auditivos (OMS, 1997). En este detallado informe, se reconocía a las pérdidas auditivas inducidas por ruido como un importante problema de salud pública, debido al incremento de la esperanza de vida y al crecimiento de la industrialización. La pérdida auditiva es la decimoquinta causa de carga global de años de vida ajustados por discapacidad (Disability Adjusted Life Years - DALYs). Los años de vida ajustados por discapacidad se calculan para cada enfermedad y son el resultado de sumar los años vividos con discapacidad en ambos sexos y para todas las edades.

En el mismo informe de 1997, se ponía de manifiesto que en los países desarrollados, los niveles de ruido excesivos eran la causa, al menos de forma parcial, de más de un tercio de los daños auditivos (OMS 1997). El costo total de estas afecciones se estima en un rango que oscila entre el 0,2% y el 2% del Producto Interior Bruto (PIB) de cada país. Este rango de porcentaje no solo incluye los daños auditivos causados por ruido laboral, sino también los causados por ruido ambiental y por exposición al ruido en períodos de ocio. En los países desarrollados, el riesgo por exposición al ruido social (socioacusia) está viéndose incrementado.

En los países en desarrollo existe una falta de legislaciones efectivas contra el ruido, tanto ambiental, como laboral, así como programas para prevenir la pérdida auditiva inducida por ruido. Igualmente, existe una seria falta de información epidemiológica exacta y precisa sobre la prevalencia, los factores de riesgo y los costos de la pérdida auditiva inducida por ruido.

La OMS define, exclusivamente para fines de investigación, la afección auditiva según el siguiente criterio (OMS, 2004):

- a) Historial de exposición al ruido: exposición equivalente a 83 dBA durante 40 horas semanales y 50 años de exposición.
- b) Criterio audiométrico: Aplicable además del criterio de historial de exposición.

- c) La afección es principalmente neurosensorial, valorada mediante audiometría por vía aérea a 1, 2 y 4 kHz con una media menor a 15 dBHL.
- d) La afección no es unilateral (asimetría media a 1, 2 y 4 kHz menor de 15 dBHL).
- e) Se encuentra una indicación adicional sobre la contribución del ruido sobre las pérdidas auditivas, si el umbral a 0,5 kHz es menor a 50 dBHL y si la diferencia entre el umbral medio a altas frecuencias (3, 4 y 6 kHz) y a bajas frecuencias (0,5, 1 y 2 kHz) es igual o mayor de 15 dB en aquellas edades menores de 50 años (OMS, 1997).

Según el documento de la OMS (OMS, 1997), a partir de dos estudios llevados a cabo entre 1995 y 1996 (Davis, A. 1995; Quaranta, A. y col., 1996) en los que se identificó la prevalencia de las pérdidas auditivas en Gran Bretaña e Italia, se realizó una estimación de la prevalencia en el conjunto del mundo y haciendo una estimación conservadora, se calculó que existen al menos 441 millones de personas con un déficit auditivo de 25 dBHL en su mejor oído (para las frecuencias de 0,5, 1, 2 y 4 kHz). Esta estimación disminuye hasta cerca de 127 millones de personas con un déficit auditivo de al menos 45 dBHL y 39 millones de personas con pérdidas auditivas de 65 dBHL. Al menos un tercio de estos es producido por exposiciones al ruido laboral equivalente a  $L_{Aeq,40h} \geq 80$  dBA durante 50 años.

Estas estimaciones se han realizado con los datos de partida mencionados anteriormente, pero en los países menos desarrollados, al existir mayor número de trabajadores manuales, existe una mayor proporción de trabajadores expuestos a más de 90 dBA. Si se asumen estas premisas, el número de personas con problemas auditivos puede llegar a ser de 580 millones de personas. Las evidencias descritas hacen que las afecciones auditivas deberían tener una alta prioridad en las políticas de salud pública de cada estado debido a su alta prevalencia.

En el informe de la OMS Occupational Noise del año 2004 (OMS, 2004), se definía una metodología para realizar una valoración global y llevar a cabo estimaciones detalladas del número de personas afectadas por pérdidas auditivas provocadas por ruido laboral a niveles nacionales y regionales. Los resultados del informe se expresaron en incidencia de pérdidas auditivas inducidas por ruido (NIHL incidente) y en carga global de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs). En este informe se identificaban una serie de ocupaciones con elevado riesgo de padecer pérdidas auditivas inducidas por ruido, destacando las profesiones relacionadas con las manufacturas, transporte, minería, construcción, agricultura y militar.

Para realizar las estimaciones, en primer lugar se establecieron los criterios de qué es lo que se entiende por daño auditivo. La OMS fijó unos criterios para definir el concepto de daño auditivo en el año 1991 (OMS, 1991). Estos criterios se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11: Definición de daño auditivo según la Organización Mundial de la Salud. Modificado a partir de OMS 2004.** Se entrega una relación cuantitativa y cualitativa para cada grado de daño auditivo.

Grado de daño auditivo	Valor audiométrico ISO	Desarrollo
0 – Sin daño	≤ 25 dB	Ninguno o leves problemas auditivos. Puede escuchar susurros
1 – daño leve	26 – 40 dB	Puede escuchar y repetir palabras habladas en voz normal a 1 metro.
2 – Daño moderado	41 – 60 dB	Puede escuchar y repetir palabras habladas en voz alta a 1 metro.
3 – Daño severo	61 – 80 dB	Puede escuchar algunas palabras gritadas cerca del mejor oído.
4 – Daño Profundo - Sordera	≥ 80 dB	No puede escuchar ni entender palabras gritadas cerca del oído.

Fuente: OMS, 2004.

Para poder realizar las estimaciones del número de personas afectadas por pérdidas auditivas provocadas por ruido laboral, se utilizó el grado de daño auditivo 2 (daño moderado) y los superiores. Como indicador de exposición sonora se escogió el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A durante una jornada laboral de 8 horas ( $L_{aeq,8h}$ ) y se clasificó la exposición en tres niveles:

- Exposición sonora mínima: < 85 dBA.
- Exposición sonora moderada: ≥85 dBA ≤90 dBA.
- Elevada exposición sonora: > 90 dBA.

Posteriormente, se calculó el porcentaje de población expuesta a los diferentes niveles, en base a diferentes investigaciones y estudios epidemiológicos.

Finalmente se calculó el porcentaje de impacto (proporción de carga de enfermedad en una población que puede ser atribuido a un factor de riesgo específico, en este caso ruido laboral).

Con estos datos se estimó la proporción de población en edad de trabajar expuesta a diferentes niveles de ruido en el trabajo, por sexo y subregiones.

En la tabla 12 se muestra un resumen de la población expuesta en diferentes regiones. De forma generalizada, se observa en esta tabla que la población masculina se encuentra expuesta a mayores niveles sonoros que la población femenina, para cualquier grupo de edad y para todas las subregiones.

En los países más pobres, con niveles de salud muy deficientes, como pueda ser el caso del grupo AFR-E, entre los que se encuentran estados como Botswana, Tanzania, Ruanda, o Zimbabwe, entre un 12% y un 16% de la población masculina en edad de trabajar, se encuentra expuesta a niveles superiores a los 85 dBA, y un 4% se encuentra expuesto a niveles superiores a 90 dBA.



A partir de los datos de población expuesta por grupos de edad y sexo y conociendo la prevalencia de la enfermedad por sectores, se calculó la carga global de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs) atribuida al daño auditivo por exposición al ruido laboral para cada subregión. En la tabla 13 se observa la carga global de años de vida ajustados por discapacidad ordenados por subregiones. Podemos observar que, la exposición al ruido laboral no produce muertes, pero sí morbilidad a través de la sordera, con una mayor proporción entre hombre (22%), que entre mujeres (11 %). Aproximadamente el 89% de la carga total se produce en grupos de edad entre 15 a 59 años. En total, más de 4.000.000 de años de vida saludable se perdieron debido a las pérdidas auditivas inducidas por ruido.

Las subregiones SEAR-D (Bangladesh, India, Nepal...) y WPR-B (Camboya, China, Vietnam...) suman más de la mitad de los años de vida saludable perdidos, debido a su elevada población y la tasa relativamente alta de ocupaciones con elevadas exposiciones.

**Tabla 13: Carga global de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs.).** En total, más de 4.000.000 de años de vida saludable se perdieron debido a las pérdidas auditivas inducidas por ruido.

Subregión	DALYs atribuibles a ruido laboral (años)	Porcentaje total de DALYs atribuibles a ruido laboral en la Subregión
AFR – D	158.000	10%
AFR – E	187.000	10%
AMR – A	123.000	30%
AMR – B	165.000	20%
AMR – D	21.000	10%
EMR – B	81.000	40%
EMR – D	230.000	20%
EUR – A	164.000	30%
EUR – B	142.000	40%
EUR – C	224.000	40%
SEAR – B	404.000	70%
SEAR – D	1.102.000	30%
WPR – A	48.000	30%
WPR – B	1.100.000	40%
<b>TOTAL Mundial</b>	<b>4.149.000</b>	<b>30%</b>

Fuente: OMS, 2004.

#### ➤ Situación actual en la Unión Europea.

Según los resultados de la Tercera encuesta europea sobre condiciones de trabajo, realizada a lo largo del año 2000 y publicada en el 2001, alrededor de un 20 % de los trabajadores europeos se encuentran expuestos a un nivel de ruido tan elevado que deben alzar la voz para hablar con otras personas, el 29% están expuestos a elevados niveles de ruido durante al menos un cuarto de la jornada laboral y el 10% durante la totalidad de la jornada. En la misma encuesta se estima que alrededor de un 7% de los trabajadores europeos consideran que su trabajo afecta a su salud auditiva.

Una extrapolación a los 25 Estados Miembros actuales de la Unión Europea (UE-25) arrojaría una cifra de alrededor de 40 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido elevados y algo más de 13 millones de trabajadores estimarían que su trabajo está afectando a su salud auditiva (EASHW, 2005).

Según la Comisión Europea, a partir de una extrapolación realizada con datos del Reino Unido, se ha calculado que 22,5 millones de europeos sufren daño auditivo y alrededor de dos millones sufren sordera profunda. Estos datos se refieren a toda clase de daño auditivo, no solo a aquellos tipos provocados por el trabajo. Según diversas investigaciones, el ruido es la principal razón de que la población comience a desarrollar sorderas o déficit auditivos, apareciendo como principal causa de sordera en el 33,7% de los casos (EASHW, 2005).

En 1999 en una encuesta realizada sobre la mano de obra europea se puso de manifiesto que el 0,1% de los entrevistados padecía problemas auditivos y de acuerdo con su propia opinión, este problema se había causado o se había visto incrementado por su actividad laboral. Extrapolando estos resultados a la UE-25, se alcanzaría una cifra cercana a los 300.000 trabajadores afectados por pérdidas auditivas como consecuencia de la exposición al ruido en el trabajo (EASHW, 2005). Las fuentes de información con las que cuenta la Unión Europea sobre todo lo relativo a la salud y la seguridad en el trabajo se centraliza a través de dos organismos: EUROFOUND (Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo) y OSNA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo).

EUROFOUND es la entidad encargada de armonizar las estadísticas laborales en la Unión Europea con carácter general, de forma compartida con EUROSTAT, aunque la primera se ocupa de temas de salud y condiciones laborales exclusivamente. A su vez, EUROFOUND se nutre con los datos aportados por las diferentes Agencias Nacionales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo de los distintos países miembros (en el caso de España el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) y de armonizar el tipo de encuestas a realizar. EUROFOUND realiza encuestas sobre las condiciones de trabajo entre los Estados Miembros de la Unión Europea. En realidad estas encuestas quinquenales son el resultado de la comparación de parte de los cuestionarios armonizados en las diferentes encuestas nacionales.

La mayoría de las encuestas nacionales de los Estados Miembros incluyen alguna pregunta armonizada sobre ruido en el trabajo, con el fin de hacerlas comparables entre si. Este factor de riesgo es analizado básicamente a partir de preguntas sobre la exposición y/o el tiempo de exposición al ruido. En algunos casos se realizan preguntas sobre la valoración que el trabajador hace sobre la peligrosidad de este factor (INSHT, 2006a).

En la Tercera Encuesta Europea sobre Condiciones Laborales (EUROFOUND, 2001), última encuesta publicada por EUROFOUND, se puso de manifiesto que la percepción que los trabajadores tienen del problema del ruido en el puesto de trabajo está aumentando paulatinamente desde la primera encuesta de 1990 (tabla 14).

**Tabla 14: Porcentaje de trabajadores expuestos a ruido.** Se observa un aumento en el tiempo de exposición en el año 2000 respecto de los años anteriores.

<b>Pregunta 11.2 Ruido</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>
Exposición < 25% del tiempo	27%	28%	29%
Exposición ≥ 25% del tiempo	10%	10%	11%

Fuente: EUROFOUND, 2001.

En el año 2001, alrededor del 35 % de los trabajadores de los nuevos estados miembros estaban expuestos al ruido en el trabajo durante más de un cuarto de su

jornada laboral. Este porcentaje de trabajadores expuestos al ruido varía de un país a otro, desde 31,7% en Letonia al 44,1% en Eslovaquia. En general los trabajadores informan que están más expuestos al ruido que a otros agentes físicos, exceptuando las posturas incómodas y trastornos musculares (EASHW, 2006a).

Según los datos sobre exposición a ruido laboral (EASHW, 2006a) y sobre pérdidas auditivas relacionadas con el trabajo (EASHW, 2006b) del Observatorio Europeo de Riesgos, la situación en los países europeos es muy dispar.

En Alemania entre 1992 y 1999 el porcentaje de trabajadores que declararon estar expuestos a ruido se ha reducido en un 10%. En 1999 un 20% estaba expuesto a ruido durante toda la jornada laboral. Los empleados de la construcción (50%), manufacturas y minería (48%) son los más expuestos al ruido, seguido de los trabajadores de agricultura y transportes (26-27%). En 1999 el 44% de los trabajadores que declararon estar expuestos a ruido en su trabajo afirmaron utilizar protección auditiva. La sordera profesional es la segunda enfermedad laboral más frecuente después de las enfermedades cutáneas en Alemania. Después de un período de crecimiento, en 1995 el número de casos reconocidos de pérdidas auditivas provocadas por ruido laboral se estabilizó. En el 2001 se reconocieron 10.861 casos y en el 2003 la cifra descendió a 9.918 (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En Bélgica los resultados de la encuesta del año 2000 revelan una tendencia creciente en la exposición al ruido en los puestos de trabajo. En el año 2000, alrededor del 25% de los trabajadores se encontraban expuestos a ruido al menos durante un cuarto de la jornada de trabajo. Esto supone un incremento del 5% comparando con los datos de 1995. También se produce un descenso del 4% en los trabajadores que nunca se encuentran expuestos a ruido en el trabajo con respecto a 1995.

La construcción y el sector manufacturero son los dos sectores que muestran las mayores tasas de exposición al ruido. También en los sectores del transporte y comunicaciones, hostelería, sector energético y agrícola los porcentajes de trabajadores expuestos han subido.

La mayor prevalencia de exposición al ruido se observa en trabajos agrícolas, artesanos y operarios de maquinaria. El ruido parece ser el principal problema para el sector de edad de entre 25 y 39 años. Con respecto a la distribución de sexos, en todos los países la tendencia es la misma, los hombres están más expuestos al ruido que las mujeres y aquellos con contratos temporales están más expuestos que los trabajadores con contratos indefinidos.

El 5% de los trabajadores belgas sufre problemas auditivos debido a su trabajo. En Bélgica es la segunda enfermedad laboral después de las enfermedades producidas por vibración (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En la República Checa, en abril de 2005, un total de 220.000 trabajadores estaban desarrollando su trabajo en condiciones ruidosas, de los cuales el 19% eran mujeres. Los sectores con mayor número de trabajadores expuestos son la metalurgia, fabricación de vehículos y maquinaria, procesado de madera, producción textil, seguidos de construcción, producción de plásticos y gomas, industria alimentaria y forestal. Entre el año 2000 y 2002 se produjo una importante disminución en el número de casos de pérdida auditiva profesional reconocida (40%), pero en el año 2003 el

número de casos volvió a crecer y a alcanzar el número de casos de 1996 (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

Dinamarca registró un incremento de trabajadores expuestos al ruido del 5%, pasando del 25% en 1990 al 30% en el 2000, situándose en el 32% de los trabajadores y el 28% de las trabajadoras. El grupo de edad de mayor exposición es el de 18 a 29 años, con un 34%. Los grupos que mayoritariamente se quejan de los niveles de ruido soportados son los trabajadores de manufacturas, construcción y agricultura. Es necesario destacar el incremento de quejas producido en el sector educativo, sobre todo entre mujeres. En el año 2002 se recibieron 1.639 notificaciones de potenciales afecciones auditivas relacionadas con el trabajo en Dinamarca (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En Eslovaquia, según la encuesta sobre condiciones de trabajo de los países candidatos del año 2001, el 20% de los trabajadores están expuestos a niveles tan ruidosos que tienen que elevar el nivel de voz para comunicarse en el trabajo. En conjunto, algo más de un 45% de los trabajadores están expuestos a diferentes niveles de ruido en el trabajo (EUROFOUND, 2003).

En Eslovenia un 17% de los empleados está expuesto a niveles de ruido elevados y cerca de un 35% está expuesto a diferentes niveles de ruido en el trabajo. Los sectores en los que los trabajadores sufren las exposiciones más elevadas son las industrias metálicas y de la madera, la agricultura, la industria textil y la construcción. Una media del 14% de los trabajadores está expuesta a niveles de entre 85 y 90 dBA (EASHW, 2006a).

En Finlandia alrededor de un 25% del total de trabajadores está expuesto a alguna clase (al menos durante un cuarto del tiempo laboral) de niveles elevados de ruido. Al igual que en la mayoría de los países de la UE, la tendencia indica el aumento del número de trabajadores expuestos. Los trabajadores de la agricultura, construcción, hostelería y sectores manufactureros sienten encontrarse más expuestos que el resto de sectores. El grupo de edad con mayor exposición es el de 25 a 39 años. El número de casos de enfermedad profesional ha descendido a menos de 1.000 casos anuales (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En Francia, de acuerdo con la encuesta de condiciones de trabajo francesa (Enqueté sur les conditions de travail), entre 1984 y 1998 se produjo un ligero incremento del porcentaje de trabajadores expuestos a ruido. En el año 2003, más de tres millones de trabajadores declararon estar expuestos a niveles que excedían los 85 dBA. La situación es similar a otros países europeos. Los sectores con mayores problemas de ruido son la construcción, la industria, la agricultura y los transportes. El número de indemnizaciones por pérdidas auditivas provocadas por ruido ha descendido en un 43% entre 1988 y 2002, aunque en lo que respecta al resto de enfermedades profesionales sigue creciendo. Las pérdidas de audición producidas por ruido continuaba siendo la quinta causa de enfermedad laboral en el año 2002 (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En Holanda, el porcentaje de trabajadores expuestos de forma frecuente a niveles sonoros perjudiciales ha permanecido estable en un 17% durante la última década. Aproximadamente un tercio de los trabajadores expuestos son mujeres y dos tercios hombres. El sector de la construcción muestra un notable incremento de trabajadores que declaran estar expuestos a niveles perjudiciales, pasando de un 4% a un 16% y posteriormente un 20%. Los sectores en los que sus empleados se

encuentran de forma regular expuestos al ruido son la construcción, agricultura, forestal, pesquero, manufacturero, energía, transportes y comunicaciones. Las afecciones auditivas por exposición al ruido representan un 25% del total de enfermedades profesionales declaradas, situándose en el segundo lugar en importancia. Las pérdidas auditivas de origen laboral son particularmente frecuentes entre los empleados de mayor edad. Más del 45% es mayor de 50 años. El 80% supera la edad de 40 años (EASHW, 2006a; EASHW, 2006b).

En Hungría, de acuerdo con las fuentes de datos europeas, alrededor del 18% de los trabajadores están expuestos a niveles tan ruidosos que tienen que elevar el nivel de voz para comunicarse en el trabajo. En conjunto, un 33% de los trabajadores están expuestos a diferentes niveles de ruido. La exposición al ruido por encima de los valores límite se ha incrementado del 4,2% en 1995 al 9,7% en 2003. Aproximadamente el 9,6% de los trabajadores húngaros declaran sufrir problemas auditivos (EASHW, 2006a). Aunque no se aportan datos cuantitativos, los sectores de la minería y cantería presentan las tasas de incidencia más elevadas de sordera profesional (EASHW, 2006b).

En Polonia se estima que más de 200.000 trabajadores superaban en el año 2003 una exposición diaria de 85 dBA. Desde 1995 hasta el 2003 el número de empleados expuestos ha disminuido, sin embargo, en el año 2003 más de un 4,5% se encuentran expuestos a niveles excesivamente elevados. Según la Primera Encuesta Europea sobre Condiciones de Trabajo, un 15% de los trabajadores polacos están expuestos a niveles sonoros tan elevados que tienen que elevar el nivel de voz para comunicarse en el trabajo por lo menos durante toda la jornada laboral. Aproximadamente el 39% de los trabajadores están expuestos (a diferentes niveles) al ruido laboral. Los niveles más elevados han sido encontrados en la minería, cantería, seguido de las manufacturas, energía (electricidad, gas y agua) y construcción. Desde 1980 hasta 1990 el número de casos reconocidos de hipoacusias producidas por ruido laboral se incrementó de 17 a 22 casos por cada 10.000 trabajadores. Desde 1993 a 2003 este número ha disminuido sensiblemente hasta los 5 casos cada 10.000 personas. La mayoría de los casos registrados lo han sido en los sectores de la minería y cantería, seguidos de manufacturas y construcción (EASHW, 2006a).

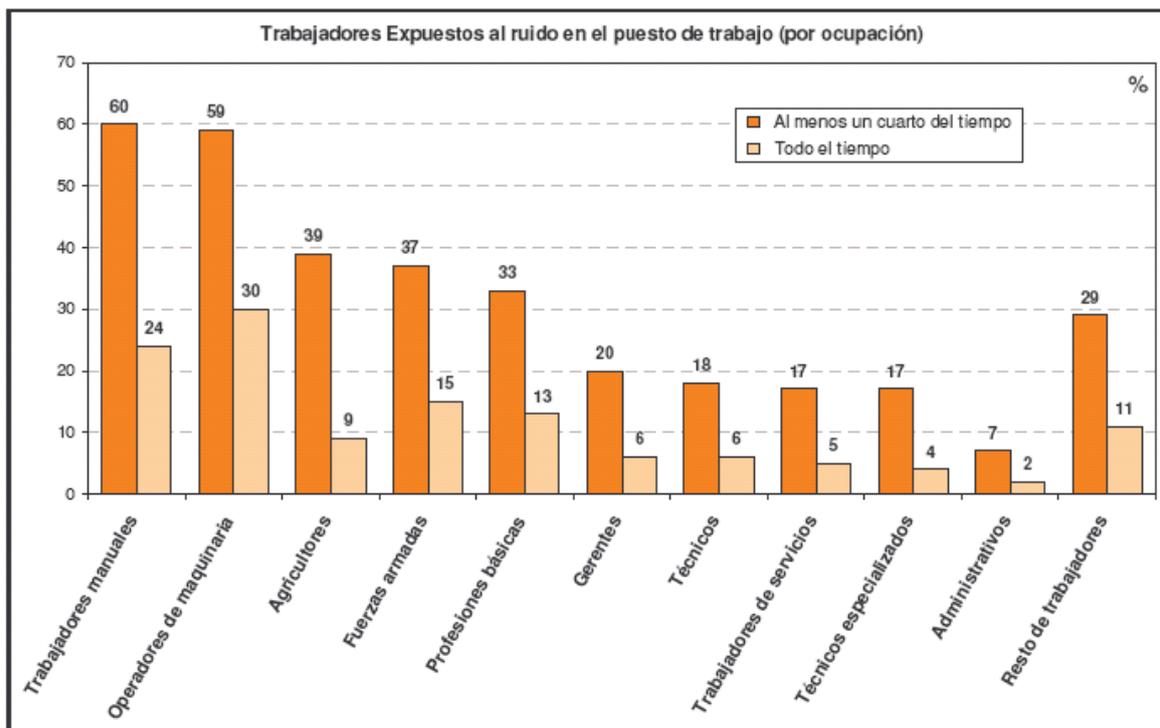
En el Reino Unido, a principios de los años 80 el Health and Safety Commission estimó que solo en la industria británica unos 600.000 trabajadores se encontraban expuestos a niveles perjudiciales para la salud ( $\geq 90$  dBA). Actualmente se estima que más de 2 millones de trabajadores británicos están expuestos a elevados niveles de ruido. Alrededor de 1,7 millones están expuestos a niveles superiores de los considerados como seguros. Más de 1,1 millones están expuestos a niveles de más de 85 dBA (700.000 entre 85 y 90 dBA y 440.000 por encima de 90 dBA) y otro millón más se encuentra trabajando diariamente entre 80 y 85 dBA (EASHW, 2006a).

Las profesiones con mayor riesgo incluyen la construcción, el sector metalúrgico, el textil, pero también la enseñanza y la hostelería. El mayor riesgo se produce en el metal, superando 3 veces y media al promedio. El número de personas que sufre problemas auditivos como resultado de la exposición al ruido en el trabajo se estimó en 509.000 en el año 1998. En estimaciones más recientes esta cifra se ha rebajado a 81.000 (EASHW, 2006a).

En la figura 45 se presenta un gráfico del tanto por ciento de trabajadores expuestos a ruido por sectores en la Unión Europea. Se realiza una diferenciación

entre trabajadores expuestos durante la totalidad de la jornada laboral o trabajadores expuestos durante al menos un 25% de la jornada laboral.

**Figura 45: Trabajadores expuestos al ruido laboral en el puesto de trabajo en la UE.** En la UE el 30% de los operadores de máquina y el 24% de los trabajadores manuales, están expuestos a ruido durante toda su jornada laboral.



Fuente: Modificado a partir de EUROFOUND, 2001.

En Europa se han realizado estudios concretos de poblaciones expuestas a ruido y sus efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores. En Gran Bretaña por ejemplo, se realizó un estudio en el año 2001 para conocer la tasa de prevalencia del daño auditivo entre la población (Palmer, K., 2001). En dicho estudio se clasificaba el daño auditivo en dos categorías, severo, cuando se necesitan elementos de refuerzo auditivo, o se tenía gran dificultad en ambos oídos para escuchar una conversación en una habitación tranquila (equivalente a más de 45 dBHL) y moderado, cuando existe una dificultad moderada para seguir una conversación en una habitación tranquila (equivalente a 45 dBHL). Los resultados resumidos del estudio se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15: Tasa de prevalencia de pérdidas auditivas en Gran Bretaña.** En ambos casos los hombres presentan una tasa de prevalencia mayor que las mujeres.

Definición de daño auditivo	Grupo	Tasa de prevalencia
Severo	Hombres	2.90
	Mujeres	1.80
Moderado	Hombres	3.60
	Mujeres	2.90

Fuente: Modificado a partir de Palmer, K., 2001.



### ➤ Situación actual en España.

En España existe un serio déficit de datos cuantitativos en cuanto al número de trabajadores expuestos al ruido laboral, en lo relativo a la incidencia de las pérdidas auditivas, así como a los niveles y tiempos de exposición. En realidad, existen ingentes cantidades de datos relativos a niveles sonoros, población expuesta, edad, sexo, distribución por sectores de actividad, tasas de utilización de protectores auditivos, datos audiométricos, etc., pero la gestión de toda esta información está en manos de las entidades encargadas de la gestión de la prevención de riesgos laborales en las empresas, ya sean Servicios de Prevención propios y ajenos de las mismas, Servicios Médicos de Empresa o Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. Estas entidades se encuentran reguladas mediante Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE, 1997a).

Los resultados de las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores tienen carácter confidencial. La difusión de los mismos se encuentra regulada mediante la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE, 1995) y la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter personal (BOE, 1999b).

La Ley 31/1995 establece en su artículo 22 que "Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. .. El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin consentimiento expreso del trabajador" (BOE, 1995).

Por otro lado, la Ley Orgánica 15/1999, en su artículo 8 indica que "...las instituciones y los centros sanitarios públicos y privados y los profesionales correspondientes podrán proceder al tratamiento de los datos de carácter personal relativos a la salud de las personas que a ellos acudan o hayan de ser tratados en los mismos, de acuerdo con lo dispuesto en la legislación estatal o autonómica sobre sanidad." (BOE, 1999b).

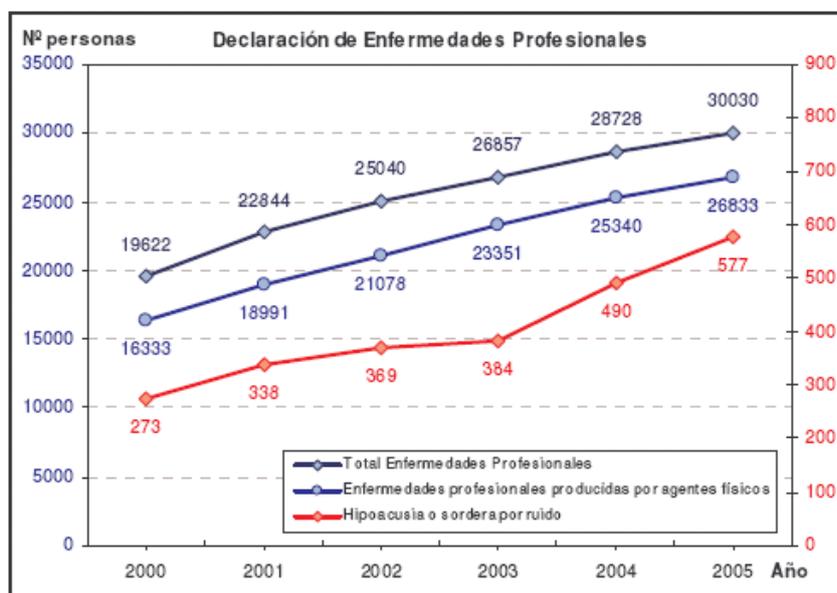
Lo que ambos artículos vienen a indicar es la imposibilidad de acceder por parte de terceros a ningún tipo de datos mediante los cuales se pueda relacionar la identidad de una persona (nombre, DNI, número de afiliación a la seguridad social, etc.) con diagnóstico o historiales médicos, ni con resultados de mediciones de variables y factores de riesgo laboral que afecten a la salud.

Si es posible en cambio, el acceso a datos globales y estadísticas elaboradas por parte de las entidades encargadas de la gestión de la prevención de riesgos laborales, sin embargo, es raro que éstas se elaboren y más raro aún que se publiquen y divulguen. Las administraciones públicas tampoco poseen estadísticas sistemáticas ni datos globales sobre las diferentes variables del ruido laboral.

Sin embargo existe información relativa a los efectos finales que la exposición a diferentes factores de riesgo provocan: las enfermedades profesionales. La información relativa a las enfermedades profesionales se presenta anualmente en el Resumen Estadístico de Siniestralidad Laboral (RESL) que elabora el Ministerio de

Trabajo y Asuntos Sociales a través de las delegaciones provinciales. En este registro se incluye la distribución de enfermedades profesionales ocurridas a los trabajadores afiliados a alguno de los regímenes de la Seguridad Social que incluyen esta contingencia (Régimen General, Régimen Especial para la Minería del Carbón, Régimen Especial Agrario y Régimen Especial del Mar) clasificadas por tipo de enfermedad según el cuadro oficial de enfermedades profesionales. (MTAS, 2006). La herramienta básica para la elaboración del Resumen Estadístico de Siniestralidad Laboral (RESL) es el parte de enfermedad profesional. En la figura 46 se presenta la evolución de la declaración de enfermedades profesionales desde el año 2000 al 2005.

**Figura 46: Evolución del número de enfermedades profesionales declaradas en el período comprendido entre el año 2000 y 2005.** La línea azul oscura muestra la evolución de la declaración de enfermedades profesionales totales, la línea azul clara muestra la evolución de la declaración de enfermedades profesionales producidas por agentes físicos y la línea roja muestra la evolución de las hipoacusias laborales.



Fuente: MTAS, 2006.

Podemos observar que, la declaración de enfermedades profesionales tiene una tasa anual de crecimiento más o menos constante del 5,78% a lo largo del período de estudio. La tasa de crecimiento anual de la declaración de hipoacusias es del 7,23% en el período comprendido entre el año 2000 y el 2003 y a partir de ahí, experimenta un ascenso pasando a una tasa de crecimiento anual del 11,15%. Si comparamos los datos de incidencia estandarizados de la declaración de hipoacusia profesional en España con algunos de los países de nuestro entorno, puede intuirse una notable subdeclaración de hipoacusias profesionales, muy lejos de los 653 casos por cada millón de trabajadores de Finlandia, o de los 285 casos de Dinamarca, país con amplia tradición en PRL y en campo de la acústica (tabla 18).



No existe evidencia de que el aumento de demandas haya tenido una relación directa con el incremento de niveles en las diferentes industrias o con el incremento de población laboral expuesta a ruido. Por el contrario, sí existen indicios que llevan a pensar en que este aumento de demandas es debido a la conjunción de dos posibles causas, por una parte a que las afecciones auditivas producidas por ruido son mucho más comunes de lo que se piensa, y por otra parte, por la información que los trabajadores han recibido en los últimos años.

➤ **Situación actual en el resto del mundo.**

En África la mayoría de los empleados trabajan en pequeñas industrias como pueden ser talleres de reparación de vehículos, carpinterías, artesanía del metal, molinos de maíz y caña de azúcar, etc. En este tipo de trabajos se producen exposiciones repetidas a elevados niveles de ruido.

Existen algunas grandes factorías manufactureras en determinados estados, sobre todo de la industria textil y de procesado de coco y yute, situadas en Ghana, Kenya, Nigeria, Sudáfrica, Tanzania, Swazilandia y Zimbabwe. La minería y la cantería está localizada principalmente en Ghana, Sudáfrica, Swazilandia y Zimbabwe y todos los países tienen más o menos peso laboral en el sector de la construcción. El desarrollo legislativo es prácticamente nulo en cuanto a PRL, exceptuando Sudáfrica y algunos estados como Seychelles y Swazilandia.

En Latinoamérica, mediante determinados estudios aislados se ha puesto de manifiesto una elevada prevalencia de la pérdida auditiva inducidas por ruido. Existen muchos desafíos a tratar en Latinoamérica:

- Existen problemas de valoración de la magnitud del problema con exactitud debido a dificultades para llevar a cabo un historial sobre exposición, realizar estudios longitudinales, además de la escasez de registros armonizados.
- Existe un débil desarrollo legislativo en cuanto a ruido laboral, lo que es un indicador de las políticas llevadas a cabo.
- Escasos sistemas de comunicación entre empleados y empleadores.

Aún así, los servicios de salud laboral están, de forma general, mejorando gracias a la participación de los trabajadores y a los esfuerzos en las modificaciones legislativas.

Se ha detectado que las empresas están confiando fuertemente en la protección de los trabajadores mediante equipos de protección individual (protectores auditivos) en lugar de realizar controles de la exposición, pasando por alto la importancia de la educación y formación. Igualmente se echan en falta herramientas para la valoración de riesgos y para la promoción de la prevención.

En Oriente medio y la zona este del Mediterráneo no existen prácticamente estudios sobre ruido laboral. Existen algunos ejemplos documentados de la situación puntual de determinados colectivos laborales en países concretos. La OMS ha publicado algunos resultados de estudios realizados en países de esta región. En estudios realizados en factorías textiles de Karachi (Pakistán) se encontró que los niveles de ruido variaban entre 85 y 112 dBA, con una media de 99,1 dBA. En la



esqueléticas. Además, es la principal causa de indemnizaciones y pensiones otorgadas por la institución, representando el 80% de las incapacidades permanentes por enfermedades profesionales (Otárola, F. y col., 2006).

Según datos obtenidos durante el año 2005, la cantidad de trabajadores en vigilancia médica por exposición al agente ruido asciende a 77.117 personas, de las cuales 26.171 (33,9%) fueron examinadas en PROVIMEP (Programa de Vigilancia Médica de Enfermedades Profesionales), el cual tiene como objetivo detectar esta hipoacusia neurosensorial en la forma más precoz posible, para así poder adoptar las medidas de protección oportunas. De este total fueron pesquisados con algún grado de daño 2.922 trabajadores (11,16% de los examinados), de los que finalmente se diagnosticó hipoacusia inducida por ruido a 199 casos (Otárola, F. y col, 2006).

Teniendo en consideración que la pérdida auditiva por exposición laboral a ruido es un problema de gran magnitud, es que se estima necesario buscar indicadores biológicos que permitan detectar precozmente estas pérdidas, Por lo que, la aplicación de las emisiones otoacústicas producto de distorsión (EOAPD) tiene importancia en la patología auditiva por exposición a ruido debido a su característica de análisis frecuencial, además, por su especificidad y sensibilidad serían capaces de evidenciar el daño de las células ciliadas externas precozmente, lo que permitiría prevenir el desarrollo de hipoacusia por exposición a ruido. Con este propósito se compararon las amplitudes de las EOAPD de 36 individuos entre 20 y 30 años de edad, expuestos a ruido ocupacional por un período mínimo de un año, que usaron protectores auditivos durante toda su jornada de trabajo, con las amplitudes de las EOAPD de 36 individuos entre 20 y 30 años de edad no expuestos a ruido ocupacional; ambos grupos cumplieron con la característica de ser otológicamente normales. A cada uno se les realizó un estudio consistente en: otoscopia, audiometría clínica, impedanciometría y EOAPD. Se verificó que el ruido tiene influencia en las amplitudes de las EOAPD ( $p \leq 0,05$ ); los años de exposición a ruido ocupacional no tienen influencia significativa en las amplitudes de las EOAPD y las frecuencias más afectadas corresponden a 5 y 6 KHz Por lo tanto, el estudio de la función coclear por medio de las EOAPD permite evidenciar daños finos y tempranos de la cóclea no observable con audiometría convencional, siendo de gran utilidad en la detección precoz y prevención de daño auditivo ocasionado por la acción del ruido ocupacional (Salazar A.M. y col, 2003).

En relación a exposición sonora no ocupacional, con el fin de conocer los hábitos de uso del personal estéreo y determinar si afecta la audición de las altas frecuencias, provocando un descenso de los umbrales auditivos, cuya magnitud estaría en directa relación con el tiempo de utilización de tales aparatos, se realizó un estudio que consistió en la aplicación de una encuesta a un grupo de 72 jóvenes universitarios, de los cuales se obtuvo una muestra de 22 sujetos de ambos sexos, otológicamente normales, cuyas edades fluctuaron entre los 21 y 27 años, quienes participaron voluntariamente en la evaluación experimental del uso del personal estéreo, consistente en la realización de una audiometría entre 125 a 16.000 Hz, antes y después de utilizar el personal estéreo a niveles que fluctuaron entre los 60 dB(A) y 84 dB(A), durante 30 minutos en una primera sesión, y 60 minutos en la segunda, con un intervalo mínimo de 24 horas entre ambas.

Los resultados confirman la popularidad del personal estéreo, entre los jóvenes encuestados, siendo además utilizado frecuentemente en ambientes con altos niveles de ruido, y sugieren que el uso del personal estéreo, bajo las condiciones planteadas en este estudio, produce un descenso significativo de los umbrales auditivos a nivel de

las altas frecuencias (9.000 a 16.000 Hz) y de las frecuencias evaluadas en audiometría convencional (125 a 8.000 Hz), sin evidenciarse la influencia del tiempo de utilización de tales aparatos. El análisis estadístico de los datos se efectuó mediante la prueba t de Student para muestras pareadas con un nivel de significación de un 5% (Salazar, A.M. y col, 2006).

#### **4.5 La contaminación acústica no solo produce impacto sobre la audición.**

No existe en la actualidad un consenso absoluto sobre qué características del ruido provocan un determinado efecto, ya que éstos dependen de un gran número de variables, en lo que si existe un consenso mayor, es que la permanencia en ambientes con elevados niveles de ruido durante tiempos de exposición más o menos prolongados y con determinadas características frecuenciales, produce numerosos efectos negativos sobre la salud de la persona que se ve expuesta.

Por otra parte, la relación causa – efecto de la contaminación acústica, mayoritariamente se ha abordado desde el punto de vista de la salud ocupacional y no de la salud pública como sería el caso de los efectos originados por la contaminación acústica ambiental, originada tanto por fuentes ocupacionales o no ocupacionales.

Sin embargo, no existe discusión respecto de que el ruido es un factor degradante del medio ambiente, que impacta sobre todos las personas y el medio ambiente, por lo tanto es necesario tomar acciones, para combatir esta plaga que se inicio en el siglo XX con el fin de mejorarla durante el presente siglo.

Es fundamental para gestionar los impactos originados por la exposición a ruido, tanto en ambientes laborales como no laborales, contar con estudios que permitan relacionar niveles de exposición con grados de molestia, con pérdida de habitabilidad, con nivel de estrés, etc. Solo así se podrán establecer niveles límites de exposición específicos y determinar la cobertura que éstos tendrán.

La gestión de la contaminación acústica debe constituir un elemento esencial de las políticas de medio ambiente dentro e la ordenación del territorio para la mejora de la calidad de vida, lo que exige que se encuentre suficientemente integrada a éstas. Por otra parte, hay que considerar que la existencia de una multiplicidad de fuentes hace que la gestión del ruido sea compleja desde el punto de vista normativo, exigiendo soluciones diferentes a las adoptadas clásicamente para otros tipos de contaminantes, asimismo esa diversidad de fuentes implica que un gran número de organismos públicos y privados participen en la gestión de la contaminación acústica, lo que exige que se de gran coherencia en sus formas de actuar y una particular vigilancia en la puesta en práctica de las reglamentaciones para que estas sean eficaces. En el marco de actuación de la gestión de ruido ambiental las soluciones técnicas deberían centrarse menos en el suelo y más en los focos de ruido. Existen cinco líneas de soluciones técnicas, éstas son: planificación, medidas centradas en el foco, gestión del tráfico, medidas en el camino de propagación y medidas socioeconómicas.

En las soluciones técnicas referidas a la planificación de los focos de ruido, se debe utilizar con criterio las herramientas de evaluación ambiental de programas, planes y proyectos, por lo tanto, hay que valorar de verdad trazados alternativos e innovar en el diseño de infraestructuras menos ruidosas. En este sentido hay menos presión desde el punto de vista legislativo. En cuanto a las medidas de reducción de ruido centradas en el foco, estas medidas en el ámbito europeo, ya hacen referencia a

la industria automovilística, la industria ferroviaria, entre otras. Las medidas en el camino de propagación, pantallas, hay que adaptar el diseño a cada caso y no olvidar que el objetivo último es mejorar la calidad de vida, no bajar el decibelio, Es muy importante la percepción de la mejora respecto de la expectativa creada, especialmente en pantallas, y hay que trabajarlo y conseguir que no se quede en un “peor el remedio que la enfermedad”, y trabajar para garantizar la aceptación de la solución final de la pantalla. Se debería innovar también en el proceso de implantación de pantallas, incorporando todo el tema de percepción cualitativo y de aceptación, innovación en el diseño estético.

Finalmente si se quieren obtener resultados en el corto o mediano plazo, se deben desarrollar programas nacionales, que tengan objetivos claros, precisos y cuantificados para cada una de las etapas, teniendo en consideración la disponibilidad económica, siendo los temas claves a desarrollar la planificación en todos los ámbitos, el financiamiento y la puesta en marcha de las medidas a adoptar.

#### **4.6 Bibliografía específica.**

- AENOR, 1992. Asociación Española de Normalización y Certificación. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por ruido. UNE 74-023-92. Madrid.
- AENOR, 2005. Asociación Española de Normalización y Certificación. Determinación de la inmisión sonora de fuentes sonoras colocadas cerca del oído. Parte 2: Técnica que utiliza un maniquí. UNE-ÉN ISO 11904-2. Madrid: AENOR, 2005.
- Alcalde, R., 1999a "Las publicaciones sobre higienismo en España durante el período 1736 -1939: Un estudio bibliométrico". Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. N° 37, 1 de abril de 1999. Universidad de Barcelona.
- Alcalde. R. 1999b. La introducción y el desarrollo del higienismo en España durante el siglo XIX. Precursores, continuadores y marco legal de un proyecto científico y social. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. N° 50. 15 de octubre de 1999. Universidad de Barcelona.
- Arndt, V; Rothenbacher, D; Brenner, H; Fraisse, E; Zschenderlein, B; Daniel, U; Schuberth, S; Fliedner, T. M. , 1996. Older workers in trie construction industry: results of a routine health examination and a five-year follow up. Occupational and Environmental Medicine, 53( 10):686-691.
- Banbury, S.P., Berry, D. C., 2005. Office noise and employee concentration: identifying causes of disruption and potential improvements. Ergonomics. 2005 Jan; 48 (1): 25-37.
- Bas, P; León, F. J. G., 1997. Exposición al ruido e hipoacusia. Una relación indiscutible aunque paradójica (Poster). En: II Jornadas científicas de investigación sobre personas con discapacidad. Instituto Universitario de Integración en la Comunidad. Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Bartí, R., 2001. Acústica ambiental [Apuntes], Barcelona: La Salle. Ingeniería. Arquitectura, Departament d'Acústica.
- Bartolomé, A., 2004. Historia de la medicina del trabajo en España (1800-2000). Madrid: Editorial MAPFRE.
- Basbisch, W; Ising, H., 2001. Noise induced stress is a risk factor in cardiovascular disease. CD-ROM Proceedings of the 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering (Internoise 2001), The Hague. The Netherlands, Agosto 2001.



















































































**Figura 61: Daño auditivo según nivel de exposición.** El 22.95 % de los dañados tiene un nivel de exposición leve, el 24.04% moderado y el 53.01 un nivel de exposición alto.

```
(R)
___/ / /___/ /___/ ___/ /___/
Statistics/Data Analysis 11.1 Copyright 2009 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
Special Edition College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC http://www.stata.com
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)
Single-user Stata license expires 31 Dec 9999:
Serial number: 71606281563
Licensed to: STATAForAll
STATATA
running C:\Documents and Settings\Cesarpc\Escritorio\Stata11\profile.do ...
unable to change to D:\Research\CRA\
r(170);
. *(8 variables, 3654 observations pasted into data editor)
. tab nivelexp dao, row co
```

+-----+			
	Key		
+-----+			
	frequency		
	row percentage		
	column percentage		
+-----+			
Nivel Exp.	0	Daño 1	Total
0	1,756	126	1,882
	93.30	6.70	100.00
	56.55	22.95	51.51
1	627	132	759
	82.61	17.39	100.00
	20.19	24.04	20.77
2	722	291	1,013
	71.27	28.73	100.00
	23.25	53.01	27.72
Total	3,105	549	3,654
	84.98	15.02	100.00
	100.00	100.00	100.00

Fuente: Salida Stata, 2011.

**Figura 62: Asociación entre daño auditivo y nivel de exposición.** Existe asociación positiva entre nivel de exposición y daño auditivo, ya que al aumentar el nivel de exposición a contaminación acústica aumenta el riesgo de daño auditivo.

```

_____ (R)
_____/ / /_____/ /_____/ /_____/ /_____/
Statistics/Data Analysis 11.1 Copyright 2009 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
Special Edition College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC http://www.stata.com
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)
Single-user Stata license expires 31 Dec 9999:
Serial number: 71606281563
Licensed to: STATAForAll
STATA
running C:\Documents and Settings\Cesarpc\Escritorio\Stata11\profile.do ...
unable to change to D:\Research\CRA\
r(170);
. *(8 variables, 3654 observations pasted into data editor)
. tabodds dao nivelexp, or
-----+-----
nivelexp | Odds Ratio      chi2      P>chi2      [95% Conf. Interval]
-----+-----
0 | 1.000000          .          .          .          .
1 | 2.934002         70.18       0.0000      2.252857      3.821089
2 | 5.617069        259.17       0.0000      4.431042      7.120552
-----+-----
Test of homogeneity (equal odds): chi2(2) = 254.50
Pr>chi2 = 0.0000
Score test for trend of odds: chi2(1) = 254.45
Pr>chi2 = 0.0000

```

Fuente: Salida Stata, 2011.

**Figura 63: Asociación entre daño auditivo y tiempo de exposición a contaminación acústica.** Existe asociación positiva significativa entre daño auditivo y tiempo de exposición a contaminación, ya que al aumentar el tiempo de exposición aumenta el riesgo de daño auditivo.

```

_____ (R)
_____/ / /_____/ /_____/ /_____/ /_____/
Statistics/Data Analysis 11.1 Copyright 2009 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
Special Edition College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC http://www.stata.com
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)
Single-user Stata license expires 31 Dec 9999:
Serial number: 71606281563
Licensed to: STATAForAll
STATA
running C:\Documents and Settings\Cesarpc\Escritorio\Stata11\profile.do ...
unable to change to D:\Research\CRA\
r(170);
. *(8 variables, 3654 observations pasted into data editor)
. tabodds dao texp,or
-----+-----
texp | Odds Ratio      chi2      P>chi2      [95% Conf. Interval]
-----+-----
0 | 1.000000          .          .          .          .

```

```

1 | 1.839256 1.79 0.1806 0.743421 4.550401
2 | 4.757086 17.53 0.0000 2.123732 10.655709
3 | 12.670690 66.79 0.0000 5.771950 27.814930
4 | 59.130320 294.68 0.0000 24.943650 140.171736
-----
Test of homogeneity (equal odds): chi2(4) = 726.59
                                      Pr>chi2 = 0.0000

Score test for trend of odds: chi2(1) = 538.25
                                      Pr>chi2 = 0.0000

```

Fuente: Salida Stata, 2011.

**Figura 64: Modelo regresión logístico univariado.** Permite calcular la probabilidad de daño auditivo según el tiempo de exposición a contaminación acústica laboral. La probabilidad de daño auditivo aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición

```

-----
___/ / /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ (R)
Statistics/Data Analysis 11.1 Copyright 2009 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC http://www.stata.com
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)
Special Edition
Single-user Stata license expires 31 Dec 9999:
Serial number: 71606281563
Licensed to: STATAForAll
STATA
running C:\Documents and Settings\Cesarpc\Escritorio\Stata11\profile.do ...
unable to change to D:\Research\CRA\
r(170);
. *(8 variables, 3654 observations pasted into data editor)
. logit dao _Itiempo_1 _Itiempo_2

Iteration 0: log likelihood = -1546.1393
Iteration 1: log likelihood = -1337.1861
Iteration 2: log likelihood = -1304.2351
Iteration 3: log likelihood = -1302.8385
Iteration 4: log likelihood = -1302.8356
Iteration 5: log likelihood = -1302.8356

Logistic regression Number of obs = 3654
LR chi2(2) = 486.61
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -1302.8356 Pseudo R2 = 0.1574

```

```

-----
dao | Coef. Std. Err. z P>|z| [95% Conf. Interval]
-----+-----
_Itiempo_1 | 1.186954 .2617364 4.53 0.000 .6739603 1.699948
_Itiempo_2 | 2.997347 .2219108 13.51 0.000 2.56241 3.432285
_cons | -3.937159 .2152698 -18.29 0.000 -4.35908 -3.515238
-----

```

Fuente: Salida Stata, 2011.

**Figura 65: Modelo regresión logística multivariado.** Permite calcular la probabilidad de daño auditivo por contaminación acústica laboral a partir del conocimiento de la edad de la persona, tiempo de exposición a contaminación acústica laboral y nivel de contaminación acústica.

```

_____ / _____ / _____ / _____ / _____ (R)
____ / / / ____ / / ____ / ____ / ____ / ____ /
Statistics/Data Analysis 11.1 Copyright 2009 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
Special Edition College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC http://www.stata.com
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)
Single-user Stata license expires 31 Dec 9999:
Serial number: 71606281563
Licensed to: STATAForAll
STATA
running C:\Documents and Settings\Cesarpc\Escritorio\Stata11\profile.do ...
unable to change to D:\Research\CRA\
r(170);
. *(8 variables, 3654 observations pasted into data editor)
. xi: logit dao i.edad i.nps i.texp
i.edad _Iedad_0-4 (naturally coded; _Iedad_0 omitted)
i.nps _Inps_0-5 (naturally coded; _Inps_0 omitted)
i.texp _Itexp_0-4 (naturally coded; _Itexp_0 omitted)

Iteration 0: log likelihood = -1546.1393
Iteration 1: log likelihood = -1144.5693
Iteration 2: log likelihood = -1048.2191
Iteration 3: log likelihood = -1014.9632
Iteration 4: log likelihood = -1014.4093
Iteration 5: log likelihood = -1014.407
Iteration 6: log likelihood = -1014.407

Logistic regression Number of obs = 3654
LR chi2(13) = 1063.46
Prob > chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = 0.3439

Log likelihood = -1014.407

-----
dao | Coef. Std. Err. z P>|z| [95% Conf. Interval]
-----+-----
_Iedad_1 | .9118733 .3078791 2.96 0.003 .3084414 1.515305
_Iedad_2 | 1.536784 .3168846 4.85 0.000 .9157014 2.157866
_Iedad_3 | 2.695832 .3317696 8.13 0.000 2.045576 3.346089
_Iedad_4 | 3.706967 .35424 10.46 0.000 3.01267 4.401265
_Inps_1 | .4206593 .206602 2.04 0.042 .0157268 .8255917
_Inps_2 | 1.015067 .1773411 5.72 0.000 .6674845 1.362649
_Inps_3 | 1.72995 .1860642 9.30 0.000 1.36527 2.094629
_Inps_4 | 1.935836 .2012863 9.62 0.000 1.541322 2.330349
_Inps_5 | 2.239744 .2459385 9.11 0.000 1.757713 2.721774
_Itexp_1 | .4862636 .4704663 1.03 0.301 -.4358334 1.408361
_Itexp_2 | 1.059214 .42852 2.47 0.013 .2193304 1.899098
_Itexp_3 | 1.309505 .4327241 3.03 0.002 .4613813 2.157628
_Itexp_4 | 1.706665 .444448 3.84 0.000 .8355627 2.577767
_cons | -5.755442 .4310364 -13.35 0.000 -6.600258 -4.910626
-----

```

Fuente: Salida Stata, 2011.

### **6.5 Bibliografía específica.**

- Hernández, M. 2009. Epidemiología. Diseño y análisis de estudios. Instituto Nacional de Salud Pública. Editorial Médica Panamericana.
- Silva, C. 1995. Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud. Ed. Diaz de Santos, S.A.



## **CAPÍTULO VII RESULTADOS**



En las siguientes páginas se muestran los resultados obtenidos en la investigación, presentándose las características geográficas, sociodemográficas, de exposición y las asociaciones entre las variables en estudio (edad, tiempo de exposición, nivel de exposición y pérdida auditiva), para finalmente obtener el modelo que permita determinar la probabilidad de daño auditivo al conocer la magnitud de cada una de las variables estudiadas.

## 7.1 Características geográficas y sociodemográficas de la muestra.

### 7.1.1 Empresas.

La tabla 25 muestra la distribución de las empresas según la comuna en la cual se encuentran emplazadas, observándose que del total de empresas evaluadas (312), el 13.78 % está ubicada en la comuna de Santiago, el 12.82% en la comuna de San Bernardo y el 10.26% en la comuna de San Joaquín.

**Tabla 25: Distribución de las empresas según comuna. Santiago de Chile.** El 13.78% de las empresas se encuentran emplazadas en la comuna de Santiago.

Comuna	N	Frecuencia (%)	Comuna	N	Frecuencia (%)
Alhué	1	0.32	Ñuñoa	6	1.92
Buín	6	1.92	Padre Hurtado	5	1.60
Calera de Tango	2	0.64	Paine	2	0.64
Cerrillos	5	1.60	Peñaflor	6	1.92
Curacaví	1	0.32	Peñalolén	1	0.32
El Bosque	2	0.64	Pirque	2	0.64
El Monte	7	2.24	Providencia	3	0.96
Estación Central	9	2.88	Pudahuel	15	4.81
Hospital	1	0.32	Puente Alto	11	3.53
Isla de Maipo	11	3.53	Quilicura	6	1.92
La Cisterna	5	1.60	Quinta Normal	6	1.92
La Florida	10	3.21	Renca	3	0.96
La Granja	11	3.53	San Bernardo	40	12.82
La Pintana	3	0.96	San Joaquín	32	10.26
La Reina	3	0.96	San José de Maipo	1	0.32
Lampa	5	1.60	San Miguel	8	2.56
Las Condes	1	0.32	San Pedro	2	0.64
Los Espejo	4	1.28	Santiago	43	13.78
Macul	10	3.21	Talagante	11	3.53
Maipú	3	0.96	<b>TOTAL</b>	<b>312</b>	<b>100.0</b>
Melipilla	9	2.88			

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La tabla 26 muestra la ubicación geográfica de las empresas, respecto del centro de la ciudad de Santiago de Chile, observándose que el 36.54% (114 empresas) se sitúa al sur, el 13.46% (42 empresas) al centro y el 12.18 (38 empresas) al poniente. Si consideramos la zona sur en su totalidad (sur, sur poniente y sur oriente), vemos que el 58.34 % de las empresas se encuentra en dicho sector.

**Tabla 26: Distribución de las empresas según ubicación geográfica. Santiago de Chile.** El mayor porcentaje de empresas (36.54%) se encuentran emplazadas al sur de la ciudad de Santiago.

Ubicación Geográfica	N	Frecuencia (%)
Centro	42	13.46
Norte	11	3.53
Sur	114	36.54
Poniente	38	12.18
Nor Oriente	13	4.17
Nor Poniente	26	8.33
Sur Oriente	34	10.90
Sur Poniente	34	10.90
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En relación al Clasificador Industrial Internacional Uniforme, CIIU, en la tabla 27 observamos que, el 11.86% (37 empresas) se dedican a la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo; el 11.22% (35 empresas) a la elaboración de productos alimenticios y bebidas; el 8.33% (26 empresas) al comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas, reparación de efectos personales y enseres domésticos; el 7.37% (23 empresas) a la fabricación de productos de caucho y plástico; el 7.05% (22 empresas) al comercio al por mayor y en comisión, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas y el 6.41% (20 empresas) a la agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexos.

**Tabla 27: Distribución de las empresas según clasificador Industrial Internacional Uniforme, CIIU Santiago de Chile.** El 11.86% de las empresas se dedican a la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.

Código CIIU	N	Frecuencia (%)
01 Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexos.	20	6.41
14 Explotación de otras minas y canteras.	9	2.88
15 Elaboración de productos alimenticios y bebidas.	35	11.22
17 Fabricación de productos textiles.	10	3.21
18 Fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles.	3	0.96
19 Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y guarnicionería, y calzado.	2	0.64
20 Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables.	13	4.17
21 Fabricación de papel y productos del papel.	13	4.17
22 Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones.	10	3.21
24 Fabricación de sustancias y productos químicos.	14	4.49
25 Fabricación de productos de caucho y plástico.	23	7.37
26 Fabricación de otros productos minerales no metálicos.	5	1.60
	2	0.64

27 Fabricación de metales comunes.		
28 Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.	37	11.86
29 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	14	4.49
31 Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.	4	1.28
33 Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes.	1	0.33
34 Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.	4	1.28
36 Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p.	14	4.49
40 Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente.	3	0.96
45 Construcción.	2	0.64
50 Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas.	3	0.96
51 Comercio al por mayor y en comisión excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas.	3	0.96
52 Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos.	22	7.05
55 Hoteles y restaurantes.	26	8.33
60 Transporte por vía terrestre; transporte por tuberías.	3	0.96
63 Actividades de transporte complementarias y auxiliares; actividades de agencias de viaje.	2	0.64
64 Correo y telecomunicaciones.	1	0.32
65 Intermediación financiera, excepto la financiación de planes de seguros y de pensiones.	1	0.32
71 Alquiler de maquinaria y equipo sin operarios y de efectos personales y enseres domésticos.	1	0.32
73 Investigación y desarrollo.	5	1.60
74 Otras actividades empresariales.	4	1.28
75 Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.	3	0.96
80 Enseñanza.	1	0.32
92 Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas.		
<b>TOTAL</b>	<b>312</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

### 7.1.2 Muestra.

En relación al sexo, en la tabla 28 se observa que el 92.1 % de la muestra es del sexo masculino (3.365 trabajadores) y sólo el 7.9% corresponde al sexo femenino (289 trabajadoras).

**Tabla 28: Distribución de los trabajadores según género. Santiago de Chile.** El 92.1% de la muestra son hombres.

Sexo	N	Frecuencia (%)
Mujer	289	7.9
Hombre	3.365	92.1
<b>Total</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Respecto de la edad, la tabla 29 muestra que el 56.76% de la muestra (2.084 trabajadores), tienen edades inferiores o iguales a 35 años y que el 7.64% (29 trabajadores) tiene edades que fluctúan entre 55 y 70 años.

Podemos observar que se trata de una población laboral relativamente joven, ya que el 78.93% (2.884 trabajadores) tiene edades inferiores o iguales a 45 años.

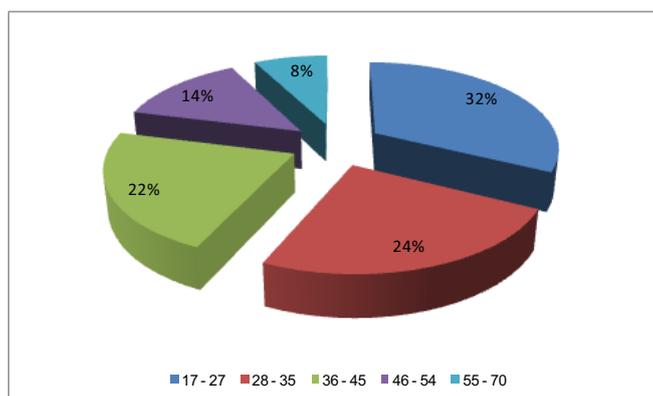
**Tabla 29: Distribución de los trabajadores por edad. Santiago de Chile.** El 56.76% de los trabajadores tiene edades iguales o inferiores a 35 años.

Edad (años)	N	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
17 – 27	1183	32.38	32.80
28 – 35	891	24.38	56.76
36 – 45	810	22.17	78.93
46 – 54	41	13.44	92.36
55 – 70	29	7.64	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Por otra parte, el gráfico 1 muestra que a medida que aumenta la edad, disminuye la población expuesta a contaminación acústica, bajando de un 32% (17 – 27 años) a un 8% (55 – 70 años).

**Gráfico 1: Distribución de los trabajadores por edad. Santiago de Chile.** Los trabajadores que conforman la muestra son jóvenes, 78.93% tienen edades inferiores o iguales a 45 años.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

## 7.2 Características de la exposición a contaminación acústica.

En términos generales, la tabla 30 muestra que, en la muestra estudiada, sólo el 32.38% de ella (1.183 trabajadores), se puede considerar como no expuestos a ruido, es decir, son trabajadores que durante su ejercicio laboral están expuestos a niveles de presión sonora continuo equivalente,  $NPS_{eq}$ , inferiores a 80 dBA (grupo control). Por otra parte, el 67.62% de ellos, 2.471 trabajadores, se considera expuesto a ruido, con  $NPS_{eq} \geq 80$  dBA (grupo expuesto).

**Tabla 30: Distribución de los trabajadores según caracterización de la exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.** El 67.62% de los trabajadores se considera expuesto a ruido ( $NPS_{eq} \geq 80$  dBA).

Exposición a ruido	N	Frecuencia (%)
Si ( $NPS_{eq} \geq 80$ dBA)	2.471	67.62
No ( $NPS_{eq} < 80$ dBA)	1.183	32.38
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia. 2011.

En relación a los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos, en la tabla 31, se observa que el 32.38% está expuesto a  $NPS_{eq}$  inferiores a 80 dBA; el 19.07% a  $NPS_{eq}$  entre 80 y 84 dBA; el 20.77% a  $NPS_{eq}$  entre 85 y 89 dBA; el 13.41% entre 90 y 94 dBA; el 9.14% entre 95 y 99 dBA y sólo el 5.23% a  $NPS_{eq}$  entre 100 y 104 dBA.

Por otra parte, en la tabla 31 se observa que el 51.45% de los trabajadores están expuestos a  $NPS_{eq}$  inferiores al límite máximo permitido de 85 dBA, establecido por el marco legal vigente en Chile (DS N°594/MINSAL).

**Tabla 31: Distribución de los trabajadores según nivel de presión sonora. Santiago de Chile.** El 51.45% de los trabajadores está expuesto a  $NPS_{eq}$  inferiores al límite máximo permitido de 85 dBA.

$NPS_{eq}$ (dBA)	N	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
< 80	1.183	32.38	32.38
80 – 84	697	19.07	51.45
85 – 89	759	20.77	72.22
90 – 94	490	13.41	85.63
95 – 99	334	9.14	94.77
100 - 104	191	5.23	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Al efectuar una jerarquización del nivel de exposición, la tabla 32 muestra que el 51.51% presenta un nivel de exposición leve (1.882 trabajadores), un 20.77% un nivel moderado (759 trabajadores) y un 27.72% un nivel de exposición alto (1.013 trabajadores).

**Tabla 32: Distribución de los trabajadores según nivel de exposición. Santiago de Chile.** El 27.72% de los trabajadores está expuesto a un nivel de exposición alto ( $NPS_{eq} \geq 90$  dBA).

Nivel de exposición (dBA)	N	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
< 85 (leve)	1.882	51.51	51.51
$\geq 85$ - < 90 (moderado)	759	20.77	72.29
$\geq 90$ (alto)	1.013	27.72	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En relación a la caracterización respecto del tiempo de exposición a contaminación acústica, se observa en la tabla 33 que el 53.34% (1.949 trabajadores) presenta un tiempo de exposición igual o inferior a 10 años.

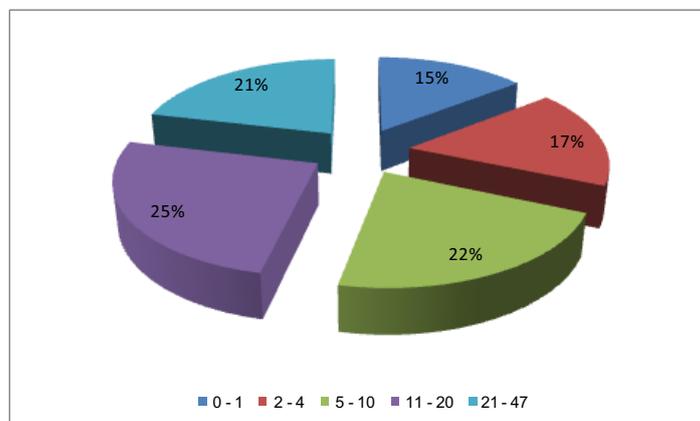
**Tabla 33: Distribución de los trabajadores según tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.** El 31.47% de los trabajadores han estado expuestos a contaminación acústica laboral por un tiempo igual o inferior a 5 años.

Tiempo Exposición (años)	N	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
0 – 1	528	14.45	14.45
2 – 4	622	17.02	31.47
5 – 10	799	21.87	53.34
11 – 20	928	25.40	78.74
21 - 47	777	21.26	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

El gráfico 2 muestra que el 15% de la muestra presenta un tiempo de exposición igual o inferior a 1 año y el 21% entre 21 y 47 años.

**Gráfico 2: Distribución de los trabajadores según tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.** El 53.34% (1.949 trabajadores) presenta un tiempo de exposición igual o inferior a 10 años.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Por otra parte, el 31.47% de la muestra ha estado expuesta a contaminación acústica por un tiempo inferior a 5 años, el 21.87% entre 5 y 10 años y el 46.66 % por un tiempo superior a 10 años, tabla 34.

**Tabla 34: Distribución de los trabajadores según caracterización del tiempo de exposición a contaminación acústica. Santiago de Chile.** El 53.34% de los trabajadores ha estado expuestos a contaminación acústica por un período igual o inferior a 10 años.

Tiempo Exposición (años)	N	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
< 5	1.150	31.47	31.47
≥5 – 10	799	21.87	53.34
>10	1.705	46.66	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

### 7.3 Impacto de la contaminación acústica en la muestra estudiada.

El impacto de la contaminación acústica sobre los trabajadores, se midió a través de la presencia o ausencia de daño auditivo. La tabla 35, muestra que el 15.02% (549 trabajadores) presentan dicha patología y que el 84.98 % (3.105 trabajadores) no la ha desarrollado.

**Tabla 35: Distribución de los trabajadores según daño auditivo. Santiago de Chile.** El 15.02% de los trabajadores presenta daño auditivo.

Daño auditivo	N	Frecuencia (%)
Sin	3.105	84.98
Con	549	15.02
<b>TOTAL</b>	<b>3.654</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

#### 7.4 Relación entre sexo, edad, tiempo de exposición, nivel de presión sonora continuo equivalente y daño auditivo.

En la tabla 36 se observa que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto de su distribución etaria ( $p > 0.05$ ). El 58.13 % de las mujeres tiene edades inferiores o iguales a 35 años, en el caso de los hombres, en el caso de los hombres, en este grupo etario se encuentra el 56.64% de ellos. Sólo el 5.54 % de las mujeres y el 7.82% de los hombres pertenece al grupo etario de 55 a 70 años.

**Tabla 36: Distribución de los trabajadores según sexo y edad. Santiago de Chile.** No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto de la edad ( $p > 0.05$ ).

Edad (años)	Mujer			Hombre		
	N	f <sub>i</sub> (%)	F <sub>i</sub> (%)	N	f <sub>i</sub> (%)	F <sub>i</sub> (%)
17 – 27	96	33.22	33.22	1.087	32.30	32.30
28 – 35	72	24.91	58.13	819	24.34	56.64
36 - 45	67	23.18	81.31	743	22.08	78.72
46 – 54	38	13.15	94.46	453	13.46	92.18
55 – 70	16	5.54	100.00	263	7.82	100.00
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>100.00</b>		<b>3.365</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En relación al tiempo de exposición, la tabla 37 muestra que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto del tiempo de exposición a contaminación acústica ( $p > 0.05$ ). El 55.71% de las mujeres y el 53.13% de los hombres han estado expuestos a contaminación acústica por un tiempo inferior o igual 10 años.

**Tabla 37: Distribución de los trabajadores según sexo y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** El 55.71% de las mujeres y el 53.13% de los hombres han estado expuestos a contaminación acústica por un tiempo inferior o igual 10 años.

Tiempo exposición (años)	Mujer			Hombre		
	N	f <sub>i</sub> %	F <sub>i</sub> %	N	f <sub>i</sub> %	F <sub>i</sub> %
0 – 1	45	15.57	15.57	483	14.35	14.35
2 – 4	54	18.69	34.26	568	16.88	31.23
5 – 10	62	21.45	55.71	737	21.90	53.13
11 – 20	72	24.91	80.62	856	25.44	78.57
21 - 47	56	19.38	100.00	721	21.43	100.00
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>100</b>		<b>3.365</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Además, en la tabla 37 se observa que el 44.29% de las mujeres y el 46.87% de los hombres ha estado expuestos a contaminación acústica por un período igual o superior a 11 años.

La tabla 38 muestra que el 34.26% de las mujeres tiene un tiempo de exposición a contaminación acústica inferior a 5 años, el 21.45% entre 5 y 10 años y el 44.29% superior a 10 años. En el caso de los hombres, el 31.23% ha estado expuesto por un tiempo inferior a 5 años, el 21.90% entre 5 y 10 años y el 46.87% por un tiempo superior a 10 años.

**Tabla 38: Distribución de los trabajadores según sexo y categorización del tiempo de exposición. Santiago de Chile.** El 46.87% de los hombres y el 44.29% de las mujeres han estado expuestos por más de 10 años a contaminación acústica laboral.

Tiempo exposición (años)	Mujer		Hombre	
	N	%	N	%
< 5	99	34.26	1.051	31.23
≥ 5 - 10	62	21.45	7737	21.90
>10	128	44.29	1.575	46.87
Total	289	100.00	3.365	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En relación al nivel de exposición a contaminación acústica la tabla 39 muestra que, el 28.72% de las mujeres está expuesta a  $NPS_{eq}$  inferiores a 80 dBA y el 22.84% a  $NPS_{eq}$  entre 80 y 84 dBA. Por otra parte, el 48.44% está expuesta a  $NPS_{eq}$  iguales o superiores al 85 dBA, que es el límite máximo permisible para una jornada laboral de 8 horas. En el caso de los hombres, el 32.69% está expuesto a  $NPS_{eq}$  inferiores a 80 dBA, el 18.75% a  $NPS_{eq}$  entre 80 y 84 dBA y el 48.56% a  $NPS_{eq}$  iguales o superiores a 85 dBA.

**Tabla 39: Distribución de los trabajadores según sexo y nivel de presión sonora continuo equivalente. Santiago de Chile.** Los hombres presentan niveles de contaminación acústica laboral más altos respecto de las mujeres.

$NPS_{eq}$ dBA	Mujer		Hombre	
	N	%	N	%
< 80	83	28.72	1.100	32.69
80 – 84	66	22.84	631	18.75
85 – 89	75	25.95	684	20.33
90 – 94	40	13.84	450	13.37
95 - 99	13	4.50	321	9.54
100 - 104	12	4.15	179	5.32
Total	289	100.00	3.654	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En la tabla 40 se muestra que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto del nivel de exposición a ruido ( $p < 0.05$ ). Además, se observa que un mayor porcentaje de hombres (28.17%) está expuestos a niveles de exposición altos ( $> 90$  dBA) en relación a las mujeres (22.49%).

**Tabla 40: Distribución de los trabajadores según sexo y nivel de exposición. Santiago de Chile.** Existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto del nivel de exposición a ruido ( $p < 0.05$ ).

Nivel de exposición dBA	Mujer		Hombre	
	N	%	N	%
< 85 (leve)	149	51.56	1.733	51.50
≥85 - < 90 (moderado)	75	25.95	684	20.33
≥ 90 (alto)	65	22.49	948	28.17
Total	289	100.00	3.365	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En la tabla 41, se observa que en el caso de las mujeres, el 71.28% de ellas se puede considerar expuesta a ruido, es decir están expuestas a  $NPS_{eq} \geq 80$  dBA, situación que el caso de los hombres disminuye al 67.31%.

**Tabla 41: Distribución de los trabajadores según sexo y condición de exposición. Santiago de Chile.** El 32.69% de los hombres y el 28.72% de las mujeres se encuentran expuestos a ruido.

Expuesto a ruido	Mujer		Hombre	
	N	%	N	%
Si	83	28.72	1.100	32.69
no	206	71.28	22.65	67.31
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>100.00</b>	<b>3.365</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia. 2011.

La tabla 42 muestra que en relación al daño auditivo, no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p > 0.05$ ). El 85.47% de las mujeres estudiadas no presenta daño auditivo, en el caso de los hombres el 84.93% no presenta daño auditivo. El 15.02% de la población estudiada, independientemente del sexo, presenta daño auditivo.

**Tabla 42: Daño auditivo según sexo. Santiago de Chile.** En relación al daño auditivo, no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p > 0.05$ ).

Daño auditivo	Mujer		Hombre	
	N	%	N	%
Si	42	14.53	507	15.07
no	247	85.47	2.858	84.93
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>15.02</b>	<b>3.365</b>	<b>84.98</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

### 7.5 Relación entre daño auditivo y edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica.

En la tabla 43, se observa que el porcentaje de personas con daño auditivo aumenta a medida que aumenta la edad, observándose un fuerte incremento, de 9.7% para el rango de edad de 28 – 35 años, a un 20.40% para el rango de edad de 36 a 45 años. Por otra parte, el porcentaje de personas que no presenta daño auditivo disminuye a medida que aumenta la edad, desde un 37.52 % (17 – 27 años) a un 3.12% (55 – 70 años), lo que indica una pérdida auditiva asociada a la socioacusia, es decir presbiacusia y contaminación acústica. El 15.02% de la población estudiada, independientemente del sexo, presenta daño auditivo.

**Tabla 43: Daño auditivo según edad. Santiago de Chile.** El porcentaje de trabajadores que presentan daño auditivo aumenta con la edad.

Edad (años)	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
17 – 27	1.165	37.52	18	3.28
28 – 35	839	27.02	52	9.47
36 - 45	698	22.48	112	20.40
46 – 54	306	9.86	185	33.70
55 – 70	97	3.12	182	33.15
<b>Total</b>	<b>3.105</b>	<b>100.00</b>	<b>549</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En la tabla 44, en relación a daño auditivo y tiempo de exposición a contaminación acústica, se observa que el porcentaje de personas con daño auditivo

aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición a contaminación acústica, produciéndose un claro aumento a partir de los 11 años, ya que varía de un 8.74% (5 – 10 años) a un 24.59% (11 – 20 años) y luego a un 62.66% (21 – 47 años). El daño auditivo varía significativamente respecto del tiempo de exposición ( $p < 0.5$ ).

**Tabla 44: Daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.** El porcentaje de trabajadores con daño auditivo aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición.

Tiempo exposición (años)	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
0 – 1	521	16.78	7	1.28
2 – 4	607	19.55	15	2.73
5 – 10	751	24.19	48	8.74
11 – 20	793	25.54	135	24.59
21 - 47	4.33	13.95	344	62.66
Total	3.105	100	549	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Por otra parte, la tabla 45 muestra que del total de las personas que presentan daño, el 8.74% corresponde a personas que han tenido un tiempo de exposición entre 5 y 10 años y el 87.25 % de ellas un tiempo de exposición superior a 10 años.

**Tabla 45: Daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.** El 87.25% de los trabajadores que han estado expuestos por más de 10 años presentan daño auditivo.

Tiempo exposición (años)	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
< 5	1.128	36.33	22	4.01
≥ 5 - 10	751	24.19	48	8.74
>10	1.226	39.48	479	87.25
Total	3.105	100.00	549	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La tabla 46 muestra que el 12.57% de las personas que presentan daño auditivo están expuestas a  $NPS_{eq}$  inferiores a 80 dBA (grupo control), el 10.24% a  $NPS_{eq}$  entre 80 y 84 dBA. El porcentaje de personas dañadas aumenta considerablemente a partir de  $NPS_{eq}$  iguales o superiores a 85 dBA, observándose un descenso entre 100 y 104 dBA. Además se observa que las personas que no presentan daño auditivo se encuentran mayoritariamente en los  $NPS_{eq}$  inferiores o iguales a 89 dBA (76.71%). Por otra parte, sólo el 4.44% de las personas que no presentan daño auditivo se encuentran expuestas a  $NPS_{eq}$  entre 100 y 104 dBA. El daño auditivo varía significativamente con el  $NPS_{eq}$  ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 46: Daño auditivo según nivel de presión sonora. Santiago de Chile.** El daño auditivo varía significativamente con el  $NPS_{eq}$  ( $p < 0.05$ ).

$NPS_{eq}$ dBA	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
< 80	1.114	35.88	69	12.57
80 – 84	641	20.64	56	10.20
85 – 89	627	20.19	132	24.04
90 – 94	364	11.72	126	22.95
95 - 99	221	7.12	113	20.58
100 - 104	138	4.44	53	9.65
Total	3.105	100.00	549	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La tabla 47, muestra que en el 56.55% de las personas que no presentan daño auditivo, su nivel de exposición es leve (<85 dBA), por el contrario en el 53.01% de las personas que presentan daño auditivo, su nivel de exposición es alto ( $\geq 90$  dBA).

**Tabla 47: Daño auditivo según nivel de exposición. Santiago de Chile.** A medida que aumenta el nivel de contaminación acústica aumenta el porcentaje de trabajadores que presentan daño auditivo.

Nivel de exposición dBA	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
< 85 (leve)	1.756	56.55	126	22.95
$\geq 85$ - < 90 (moderado)	627	20.19	132	24.04
$\geq 90$ (alto)	722	23.25	291	53.01
Total	3.105	100.00	549	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En la tabla 48 se observa que del total de personas que presentan daño auditivo el 87.43% de ellas se considera expuesta a ruido ( $NPS_{eq} \geq 80$  dBA, grupo expuesto) y el 12.57% corresponde al grupo control o no expuesto a ruido ( $NPS_{eq} < 80$  dBA).

**Tabla 48: Daño auditivo según condición de exposición. Santiago de Chile.** El 87% de los trabajadores expuestos a ruido presenta daño auditivo.

Expuesto a ruido	Sin daño auditivo		Con daño auditivo	
	N	%	N	%
no	1.114	35.88	69	12.57
sí	1.991	64.12	480	87.43
Total	3.105	100.00	549	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

## 7.6 Asociación entre contaminación acústica, tiempo de exposición, edad y pérdida auditiva.

En la tabla 49 se observa una asociación positiva entre daño auditivo y nivel de presión sonora continuo equivalente, ya que al aumentar el nivel de presión sonora aumenta el riesgo de pérdida auditiva, es así como, la probabilidad de pérdida auditiva en el grupo de trabajadores expuestos entre 80 y 84 dBA, es 1.4 veces mayor que en el grupo control (<80 dBA) y en el rango de 95 a 99 dBA es 8.3 veces más que en el grupo control. Esta asociación es significativa ya que los IC 95% no abarcan el valor nulo para todos los rangos de  $NPS_{eq}$ , excepto para el rango de 80 – 84 dBA. Por otra parte, se observa que a medida que aumenta el nivel de contaminación acústica aumenta el número de casos de pérdidas auditivas asociadas a la exposición a este agente contaminante, es así como vemos que en las personas expuestas a un nivel de contaminación acústica entre 100 y 104 dBA, dicha exposición es responsable del 83.9% de los casos de daño auditivo, en contraposición con quienes están expuestas a un nivel de contaminación acústica entre 80 y 84 dBA, donde solo el 29.0% de ellas presentan dicha patología.

**Tabla 49: Asociación entre nivel de presión sonora de daño auditivo. Santiago – Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre daño auditivo y nivel de presión sonora continuo equivalente.

NPS <sub>eq</sub> (dBA)	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
<80	1.000		
80 – 84	1.410	0.978075 - 2.034044	0.290
85 - 89	3.399	2.486339 - 4.646485	0.707
90 - 94	5.589	4.017927 - 7.773356	0.821
95 - 99	8.256	5.782528 - 11.784925	0.879
100 - 104	6.201	4.096801 - 9.384711	0.839

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En la tabla 50, se observa una asociación positiva entre nivel de exposición y pérdida auditiva (daño auditivo), evidenciándose que la probabilidad de pérdida auditiva es 2.93 veces mayor en el grupo expuesto a un nivel moderado y de 5.62 veces mayor en el nivel de exposición alto, respecto del nivel de exposición leve (NPS<sub>eq</sub><85dBA). Esta asociación es significativa ya que los IC 95% no abarcan el valor nulo para todos los niveles de exposición.

**Tabla 50: Asociación entre nivel de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre nivel de exposición y pérdida auditiva ( $p < 0.05$ ).

Nivel de exposición (dBA)	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
leve (<85)	1.000		
Moderado ( $\geq 85$ - <90)	2.934	2.252857 - 3.821089	0.659
Alto (>90)	5.617	4.431042 - 7.120552	0.822

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Además, la tabla 50 muestra que cuando tenemos un nivel de exposición moderado, el 65.9% de los casos el daño auditivo es atribuible a dicha exposición, por el contrario, si existe un nivel de exposición alto el 82.2% de los casos de daño auditivo es atribuible a dicha exposición.

En la tabla 51, se observa que existe una asociación positiva significativa entre exposición a ruido (contaminación acústica) y pérdida auditiva. La probabilidad de adquirir pérdida auditiva fue 3,89 veces mayor en el grupo expuesto a ruido (NPS<sub>eq</sub> $\geq$ 80dBA) que en el grupo control (NPS<sub>eq</sub><80dBA). Esta asociación es significativa ya que el IC 95% no abarca el valor nulo. Por otra parte muestra que en el 74.3% de los casos, el daño auditivo, es atribuible a una exposición a contaminación acústica igual o superior a 80 dBA.

**Tabla 51: Asociación entre condición de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre exposición a ruido (contaminación acústica) y pérdida auditiva

Expuesto a ruido	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
no	1.000		
si	3.892	2.979982 - 5.083918	0.743

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En relación al tiempo de exposición, la tabla 52 muestra que existe una asociación positiva significativa entre la pérdida auditiva y el tiempo de exposición a ruido, ya que al aumentar el tiempo de exposición aumenta el riesgo de pérdida

auditiva, por ejemplo, la probabilidad de pérdida auditiva en el grupo de trabajadores con tiempos de exposición entre 5 y 10 años, es 4,757 veces mayor que en el grupo con tiempos de exposición entre 0 y 1 año y en el rango entre 21 y 47 años la probabilidad es 59,13 veces mayor que en el grupo con tiempos de exposición entre 0 y 1 año. Esta asociación es significativa ya que los IC 95% no abarcan el valor nulo para todos los rangos de tiempos de exposición, excepto para el rango de 2 a 4 años.

Por otra parte, se observa que el 79% del daño auditivo es atribuible a un tiempo de exposición a ruido entre 5 y 10 años, aumentando sobre el 92% para tiempos de exposición iguales o superiores a 11 años.

**Tabla 52: Asociación entre tiempo de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre la pérdida auditiva y el tiempo de exposición a ruido

Tiempo exposición (años)	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
0 – 1	1.000		
2 – 4	1.840	0.743421 - 4.550401	0.456
5 – 10	4.757	2.123732 - 10.655709	0.790
11 – 20	12.671	5.771950 - 27.814930	0.921
21 – 47	59.130	24.943650 - 140.171736	0.983

Fuente: Elaboración propia, 2011.

Al caracterizar el tiempo de exposición, en la tabla 53 se observa que existe una asociación positiva significativa entre la variable daño auditivo y tiempo de exposición, por ejemplo las personas que tienen tiempos de exposición entre 5 y 10 años presentan una probabilidad 3,28 veces mayor que las que tienen tiempos de exposición inferior a 5 años. Para tiempos de exposición superiores a 10 años la probabilidad es 20,032 veces mayor respecto de 5 años. Además, muestra que el 95% del daño auditivo es atribuible a un tiempo de exposición a ruido mayor a 10 años.

**Tabla 53: Asociación entre tiempo de exposición y daño auditivo. Santiago de Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre daño auditivo y tiempo de exposición.

Tiempo exposición (años)	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
< 5	1.000		
≥5 - 10	3.277	1.961992 - 5.473665	0.65
> 10	20.032	12.96703 - 30.94.727	0.950

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La tabla 54, muestra que existe una asociación positiva significativa entre la edad y daño auditivo, por ejemplo las personas que tienen entre 36 y 45 años tienen una probabilidad de daño auditivo 10,39 veces mayor que las que tienen entre 17 y 27 años, aumentando esta probabilidad significativamente a medida que aumenta la edad de la persona. A partir del grupo etario de 35 a 45 años, se ve que más del 90% del daño auditivo es atribuible a la edad. Esta asociación es significativa ya que los IC 95% no abarcan el valor nulo para todos los rangos de edad.

**Tabla 54: Asociación entre edad y daño auditivo. Santiago de Chile.** Existe una asociación positiva significativa entre la edad y daño auditivo.

Edad (años)	RM	IC 95%	RA <sub>exp</sub>
17 – 27	1.000		
28 – 35	4.011	2.320715 - 6.93374	0.751
36 – 45	10.385	6.158858 - 17.51184	0.904
46 – 54	39.129	21.925660 - 69.83204	0.974
55 - 70	121.438	56.271975 - 262.067997	0.992

Fuente: Elaboración propia, 2011.

## 7.7 Efecto del tiempo de exposición, edad y nivel de exposición en la pérdida auditiva.

### 7.7.1 Modelo regresión logística simple o univariado.

En la tabla 55, se observan para un modelo de regresión logística simple o univariado los valores del coeficiente  $\beta_1$  que reflejan la inclinación de la curva, la cual modela la fuerza de asociación entre la variable a estudiar y la probabilidad de ocurrencia de daño auditivo. El coeficiente  $\beta_0$  juega un papel equivalente a la ordenada al origen en un modelo de regresión lineal. Además, se muestra la probabilidad de daño auditivo para cada una de las variables estudiadas en forma individual, se ve que la probabilidad de daño auditivo aumenta a medida que aumenta la edad, el tiempo de exposición y el nivel de exposición. De las variables estudiadas, en el modelo de regresión logística simple o univariado, su orden de importancia, considerando la probabilidad y razón de momio entregada por el modelo, es: edad, tiempo de exposición y nivel de presión sonora continuo equivalente (NPS<sub>eq</sub>). Por otra parte, en el caso del tiempo de exposición la probabilidad de daño auditivo se hace evidente a partir de los 5 años (RM=4.759); para el nivel de presión sonora, esta condición se da a partir de exposiciones iguales o superiores a 85 dBA (RM= 3.397) y para la edad a partir de edades superiores o iguales a 36 años (RM= 10.381).

**Tabla 55: Resultados del modelo de regresión logística univariado. Santiago de Chile.** De las variables estudiadas, en el modelo de regresión logística simple o univariado, su orden de importancia, considerando la probabilidad y razón de momio entregada por el modelo, es: edad, tiempo de exposición y nivel de presión sonora continuo equivalente (NPS<sub>eq</sub>).

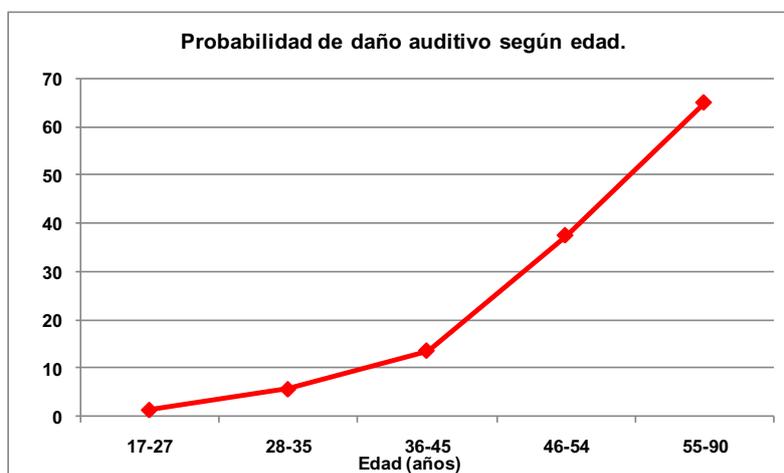
Variable	$\beta_0$	$\beta_{1,\dots,k}$	P (%)	IC95%	RM
<b>Edad (años)</b>	-4.170				
17 – 27			1.5		
28 – 35		1.389	5.8	0.8458471 - 1.932428	4.011
36 – 45		2.340	13.8	0.833912 - 2.846857	10.381
46 – 54		3.667	37.7	3.166845 - 4.166906	39.134
55 - 70		4.799	65.2	4.272692 - 5.326108	121.389
<b>Tpo. Exposición (años)</b>	-4.310				
0 – 1			1.3		
2 – 4		0.6094	2.5	-0.2953922 - 1.514115	1.839
5 – 10		1.560	6.8	0.758824 - 2.360446	4.759
11 – 20		2.539	14.5	0.771533 - 3.30705	12.667
21 – 47		4.080	44.3	3.320671 - 4.838817	59.145
<b>NPS<sub>eq</sub> (dBA)</b>	-2.782				
<80			5.8		

80 – 84		0.3439	8.0	-0.0217384 - 0.7095947	1.410
85 – 89		1.223	17.4	0.9162963 - 1.530626	3.397
90 - 94		1.721	25.7	1.404249 - 2.037219	5.590
90 – 99		2.111	33.8	0.778417 - 2.443245	8.256
100 – 104		1.825	27.7	1.425346 - 2.223942	6.203
<b>Nivel de exposición</b>	-2.635				
Leve (<85 dBA)			6.7		
Moderado (≥85-<90 dBA)		1.076	17.3	0.8157831 - 1.336951	2.933
Alto (≥90 dBA)		1.726	28.7	1.499543 - 1.952077	5.618
<b>Expuesto a ruido</b>	-2.782				
No = 0 (< 80 dBA)			5.8		
Si = 1 (≥80 dBA)		1.359	19.5	1.096218 - 1.621781	3.892
<b>Tiempo exposición (años)</b>	-3.937				
< 5			1.91		
≥5 – 10		1.187	6.00	0.6739603 - 1.699948	3.277
>10		2.997	28.1	2.56241 - 3.432285	20.025

Fuente: Elaboración propia, 2011.

El gráfico 3 muestra la probabilidad de daño auditivo según la edad de la persona, independientemente del nivel de contaminación acústica y tiempo que haya estado expuesta a dicho contaminante. Se observa que, a medida que aumenta la edad aumenta la probabilidad de daño auditivo, por otra parte, a partir de los 36 años esta relación se hace más evidente.

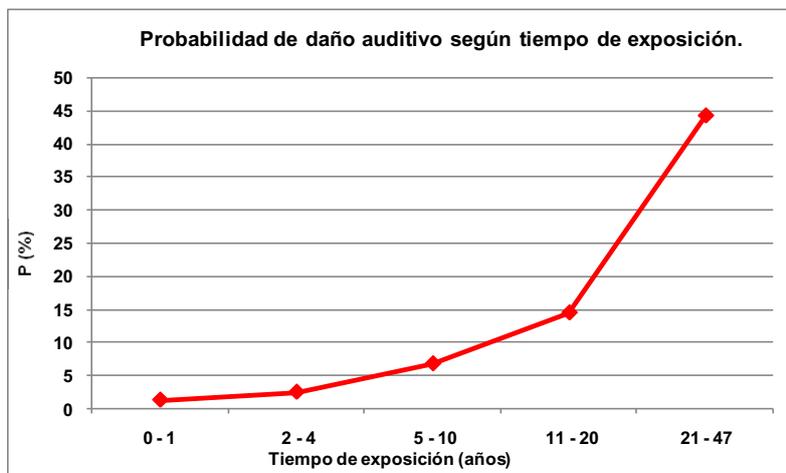
**Gráfico 3: Probabilidad de daño auditivo según edad. Santiago de Chile.** A medida que aumenta la edad aumenta la probabilidad de daño auditivo.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El gráfico 4 muestra la probabilidad de daño auditivo según el tiempo de exposición, independientemente de la edad y nivel de contaminación acústica al que haya estado expuesta la persona, observándose que a medida que aumenta el tiempo de exposición aumenta la probabilidad de daño auditivo, además existe un aumento de la pendiente por sobre los 10 años de exposición.

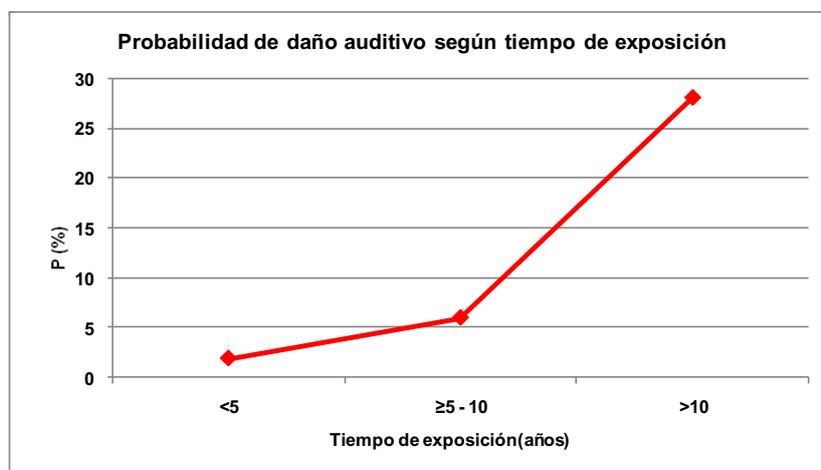
**Gráfico 4: Probabilidad de daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.**  
 A medida que aumenta el tiempo de exposición aumenta la probabilidad de daño auditivo.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Al efectuar una categorización del tiempo de exposición, el gráfico 5 nos muestra que el tiempo de exposición crítico, respecto del desarrollo de la pérdida auditiva, es 10 años.

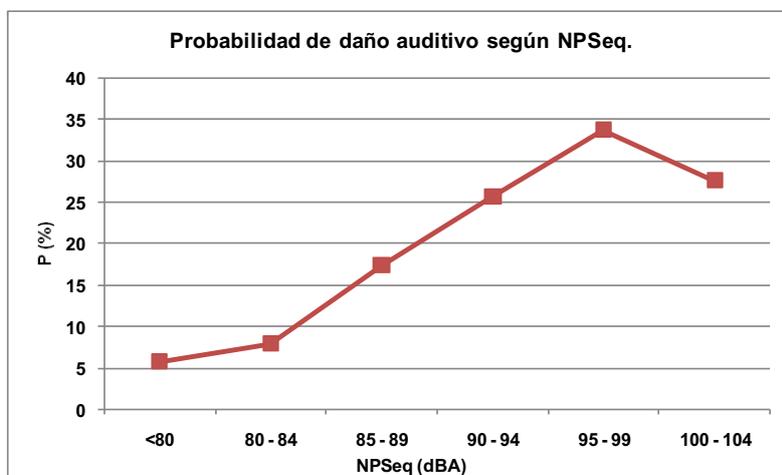
**Gráfico 5: Probabilidad de daño auditivo según tiempo de exposición. Santiago de Chile.**  
 La probabilidad de daño auditivo aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El gráfico 6 muestra la probabilidad de daño auditivo según el nivel de presión sonora continuo equivalente al que haya estado expuesta la persona, independientemente de su edad y tiempo de exposición, observándose que a medida que aumenta el nivel de presión sonora continuo equivalente aumenta la probabilidad de daño auditivo, excepto para el rango de 100 – 104 dBA donde se observa un descenso respecto del rango anterior.

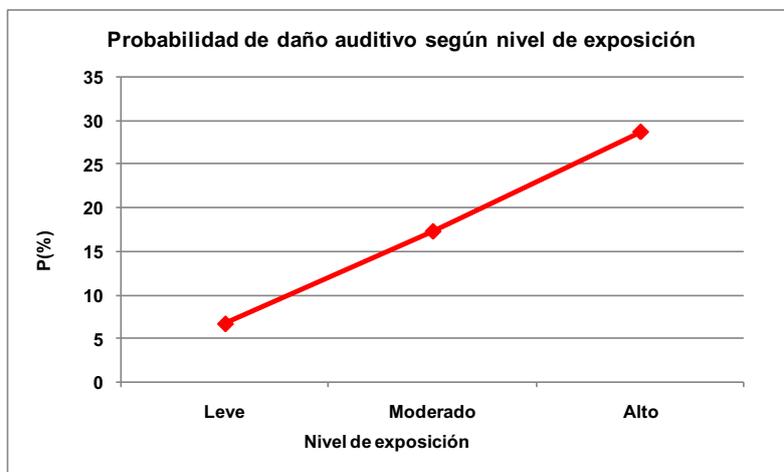
**Gráfico 6: Probabilidad de daño auditivo nivel de presión sonora continuo equivalente. Santiago de Chile.** A medida que aumenta el nivel de presión sonora continuo equivalente aumenta la probabilidad de daño auditivo, excepto para el rango de 100 – 104 dBA.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El gráfico 7 muestra que en relación al nivel de exposición a ruido, el daño auditivo aumenta a medida que aumenta el nivel, lo que hace necesario tener especial cuidado con esta variable.

**Gráfico 7: Probabilidad de daño auditivo nivel de exposición. Santiago de Chile.** El daño auditivo aumenta a medida que aumenta el nivel de exposición a contaminación acústica.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

### 7.7.2 Modelo regresión logística multivariado.

En la tabla 56 se observan los resultados del modelo de regresión logística multivariado, a partir de lo cual se pudo calcular la probabilidad de daño auditivo controlando por la variable edad, tiempo de exposición y nivel de presión sonora continuo equivalente. Se observa que el inicio de una condición de riesgo de daño auditivo, se daría a partir de una combinación de una edad igual o superior a 28 años (RM=2.489), un tiempo de exposición igual o superior a 5 años (RM=2.883) y un nivel de presión sonora continuo equivalente igual o superior a 85 dBA (RM=2.759).

**Tabla 56: Resultados del modelo de regresión logística multivariado. Santiago de Chile.**  
La variable que más aporta a la probabilidad de daño auditivo la edad.

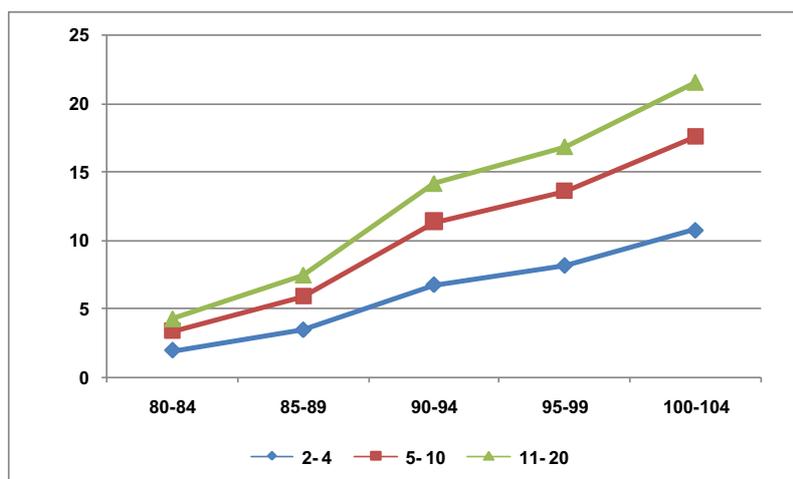
Variable	$\beta_{1\dots k}$	IC95%	RM
<b>Edad (años)</b>			
17 – 27			
28 – 35	0.912	0.3084414 - 1.515305	2.489
36 – 45	1.537	0.9157014 - 2.15786	4.651
46 – 54	2.696	2.0455760 - 3.346089	14820
55 - 70	3.707	3.01267 - 4.401265	40,731
<b>Tiempo Exposición (años)</b>			
0 – 1			
2 – 4	0.486	-0.4358334 - 1.408361	1,626
5 – 10	1.059	0.2193304 - 1.899098	2,883
11 – 20	1.309	0.4613813 - 2.157628	3.702
21 – 47	1.707	0.8355627 - 2.577767	5,512
<b>NPS<sub>eq</sub> (dBA)</b>			
<80			
80 – 84	0.421	0.0157268 - 0.8255917	1.523
85 – 89	1.015	0.6674845 - 1.362649	2.759
90 - 94	1.730	1.36527 - 2.094629	5,641
90 – 99	1.936	1.541322 - 2.330349	6.931
100 – 104	2.240	1.757713 - 2.721774	9.393
$\beta_0$		<b>-5.755</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

A partir del modelo se pudo calcular la probabilidad de daño auditivo de cualquier combinación posible entre estas tres variables.

En los gráficos 8, 9, 10 y 11 se observa la probabilidad de daño auditivo para diferentes rangos de edades según niveles de presión sonora continuo equivalente, para diferentes tiempos de exposición.

**Gráfico 8: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 28 – 35 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de contaminación acústica y el tiempo de exposición.

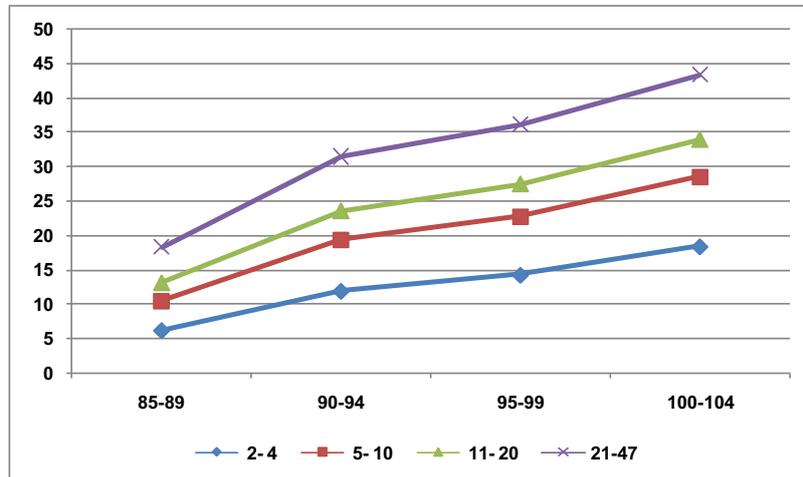


Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 8 observamos que independientemente del tiempo de exposición, en el grupo etario de 28-35 años la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida

que aumenta el nivel de contaminación acústica, esta relación se hace más evidente a partir del rango de 85-89 dBA, por otra parte, las curvas correspondientes a los rangos de 5-10 años y de 11-20 años de exposición siguen un comportamiento similar.

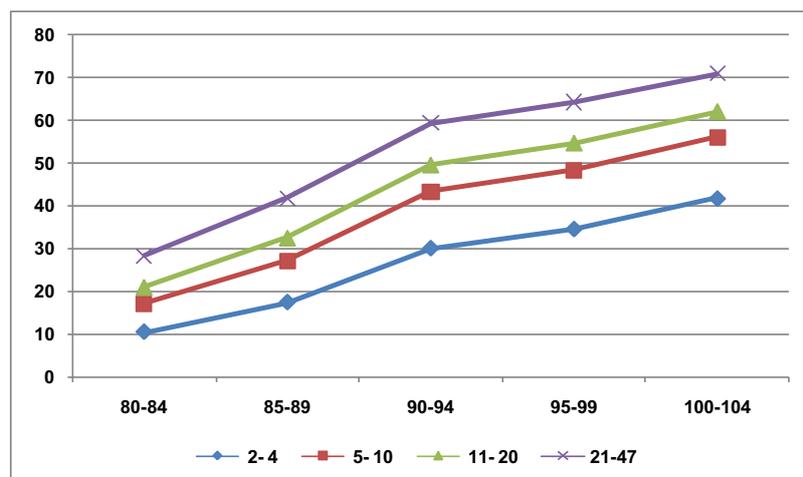
**Gráfico 9: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 36 - 45 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de contaminación acústica y el tiempo de exposición.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 10, se observa que, al igual que en el caso anterior, la pérdida auditiva para el rango etario de 36-45 años aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora, independientemente del tiempo de exposición. Por otra parte, para un mismo nivel de presión sonora la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición. Además, el comportamiento de todas las curvas es similar.

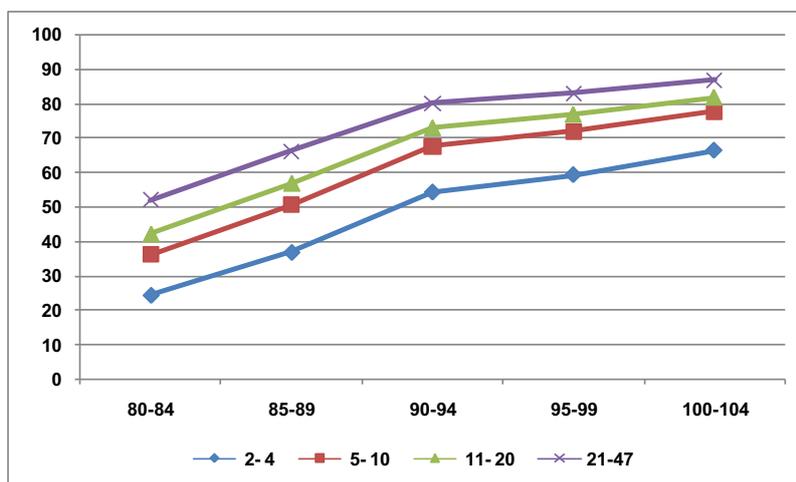
**Gráfico 10: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 46 - 54 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de contaminación acústica.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 11, se muestra que para el grupo etario de 46-54 años, se mantiene el comportamiento descrito anteriormente, observándose una probabilidad de pérdida mayor que en los casos anteriores.

**Gráfico 11: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 55 - 70 años, según NPS y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de contaminación acústica y el tiempo de exposición.

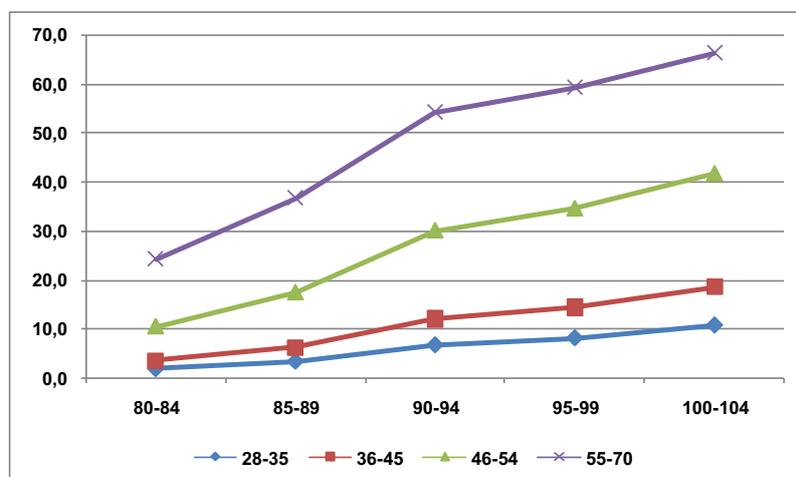


Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 11, se observa un comportamiento similar, sin embargo, a diferencia de los grupos etarios anteriores, en el rango de 55-70 años, existe un acercamiento entre las curvas correspondientes a los tiempos de exposición iguales o superiores a 5 años.

En los gráficos 12, 13, 14 y 15 se observa la probabilidad de daño auditivo para diferentes rangos de tiempos de exposición, según niveles de presión sonora para diferentes rangos de edades.

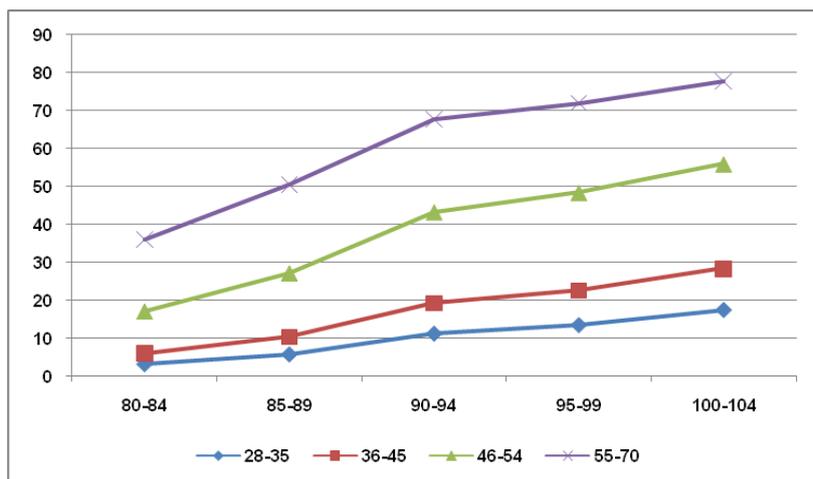
**Gráfico 12: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 2 - 4 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora y la edad de la persona.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 12 se observa que para un tiempo de exposición entre 2 y 4 años, la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora y la edad de la persona, por otra parte, la magnitud del riesgo aumenta considerablemente para edades mayores de 45 años, además, a partir de esta edad se ve un fuerte incremento del riesgo a niveles de presión sonora mayores o iguales a 90 dBA.

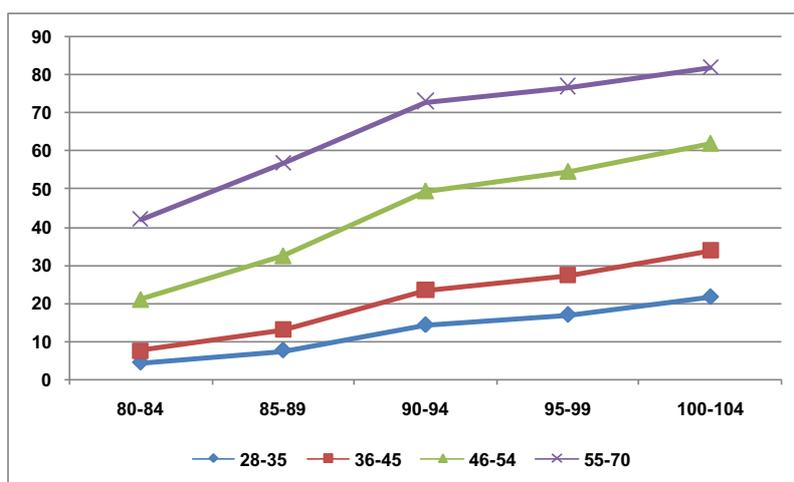
**Gráfico 13: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 5 - 10 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora y la edad de la persona.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 13 se observa un comportamiento similar, sin embargo, la diferencia está dada en que el riesgo es mayor, para tiempos de exposición entre 5 y 10 años que para 2 y 4 años.

**Gráfico 14: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 11 - 20 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora y la edad de la persona.

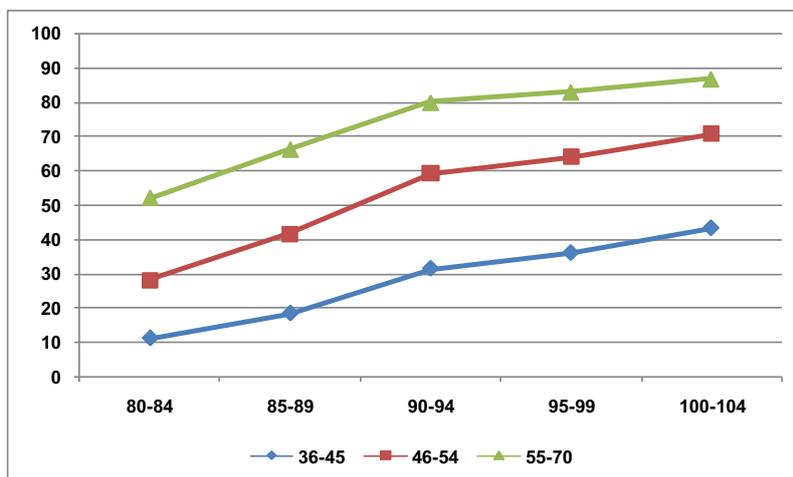


Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 14, vemos que para tiempos de exposición entre 11 y 20 años, la probabilidad de pérdida auditiva aumenta respecto al rango anterior, manteniéndose la

misma tendencia, es decir, la probabilidad aumenta, independientemente del rango de edad, a medida que aumenta el nivel de presión sonora, con un claro incremento a partir de los 90 dBA y con edad superior a 45 años.

**Gráfico 15: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de tiempo de exposición de 21 - 47 años, según NPS y edad. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva, en cada grupo etario, aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora continuo equivalente.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Para tiempos de exposición entre 21 y 47 años, gráfico 15, la tendencia y comportamiento de las variables se sigue manteniendo, y al igual que en los casos anteriores, se observa que independientemente del rango de edad la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el nivel de presión sonora continuo equivalente, y que para un mismo nivel de contaminación acústica la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta la edad de la persona expuesta.

**Tabla 57: Resultados del modelo de regresión logística multivariado. Santiago de Chile.** De acuerdo a este modelo, la variable que más peso relativo tiene es la edad de la persona expuesta a contaminación acústica.

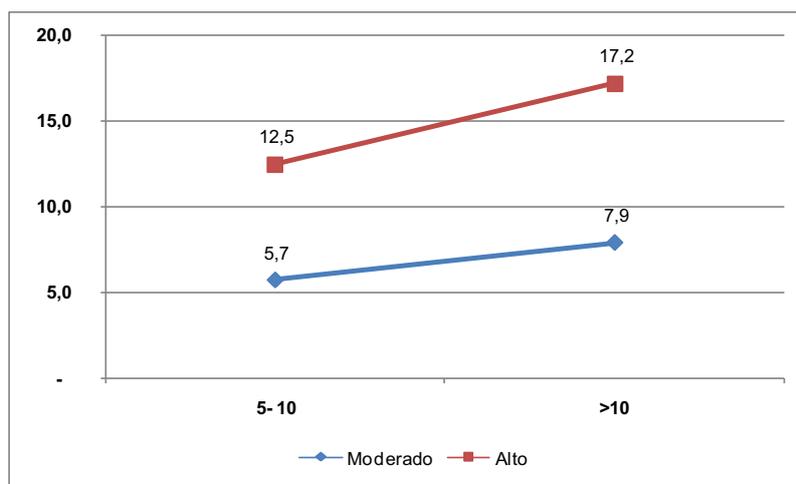
Variable	B <sub>1,...,k</sub>	IC95%	RM
<b>Edad (años)</b>			
17 – 27			
28 – 35	0.8998	0.2951593 - 1.504549	2.459
36 – 45	1.5778	0.958596 - 2.197083	4.844
46 – 54	2.9090	2.272767 - 3.545301	18.338
55 - 70	3.9691	3.299118 - 4.639128	52.937
<b>Nivel de exposición</b>			
Leve (<85 dBA)			
Moderado(≥85-<90 dBA)	0.8375	0.5387882 - 1.136274	2.311
Alto (≥90 dBA)	1.7230	1.459069 - 1.987	5.601
<b>Tiempo exposición (años)</b>			
< 5			
≥5 – 10	0.6698	0.1146861 - 1.224907	1.954
>10	1.0460	0.4955098 - 1.59647	2.846
B <sub>0</sub>		-5.2392	

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La tabla 57, muestra los resultados del modelo de regresión logística multivariado que se utiliza en aquellas situaciones en las cuales no se cuenta con un análisis detallado de las variables tiempo de exposición y nivel de exposición.

En los gráficos 16, 17, 18 y 19 se observa la probabilidad de daño auditivo para diferentes rangos de edades según niveles de presión sonora, para diferentes tiempos de exposición.

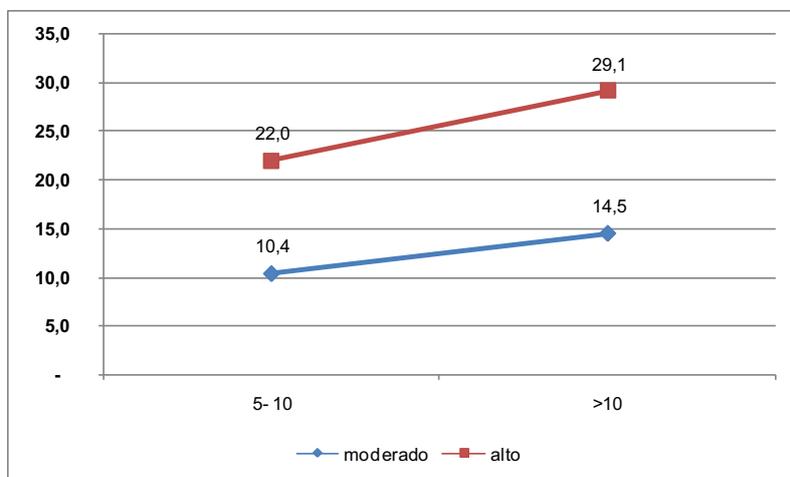
**Gráfico 16: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 28 – 35 años, según nivel de exposición (moderado =  $\geq 85$  -  $< 90$  dBA; alto =  $\geq 90$  dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva en este grupo etario aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición a contaminación acústica.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 16, observamos que independientemente del nivel de exposición, en el grupo etario de 28-35 años la probabilidad de pérdida auditiva aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición, por otra parte, la probabilidad de pérdida auditiva para un mismo tiempo de exposición aumenta al aumentar el tiempo de exposición a contaminación acústica, por ejemplo para un tiempo de exposición entre 5 -10 años, la probabilidad de pérdida auditiva, calculada a partir del modelo, aumenta de 5.7% a 12.5 %.

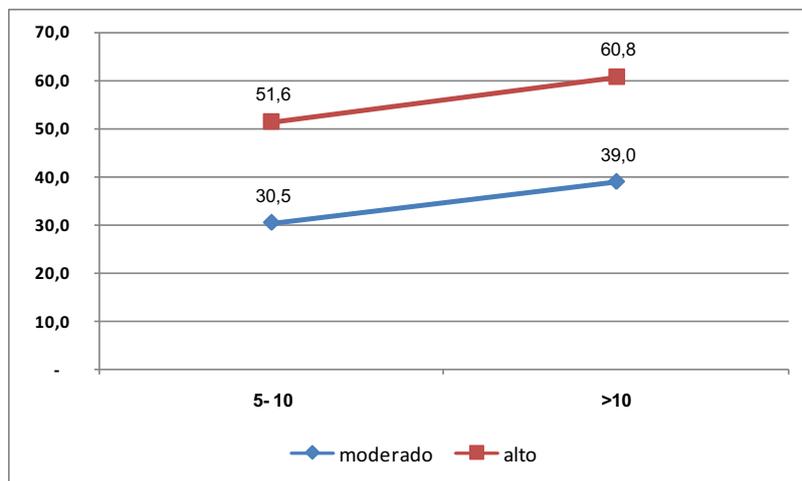
**Gráfico 17: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 36 – 45 años, según nivel de exposición (moderado =  $\geq 85$  -  $< 90$  dBA; alto =  $\geq 90$  dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile. La pérdida auditiva en este grupo etario aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición.**



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 17, se observa que, al igual que en el caso anterior, la pérdida auditiva para el rango etario de 36-45 años aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición, independientemente del nivel de exposición. Además, el comportamiento de ambas curvas es similar.

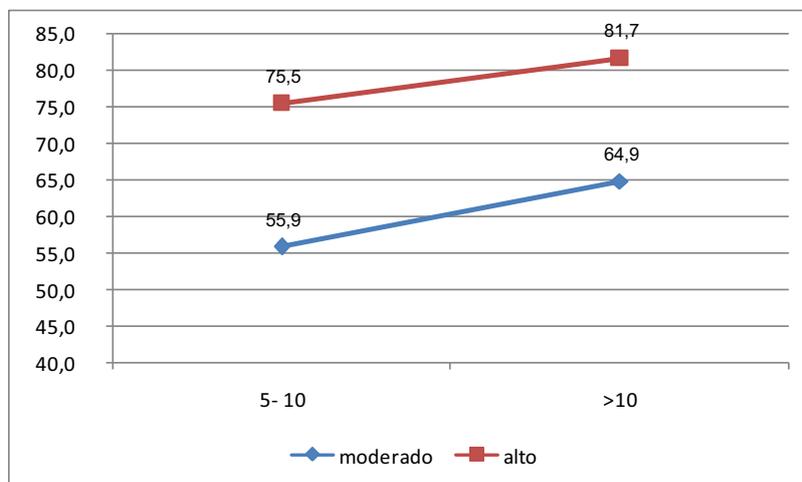
**Gráfico 18: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 46 – 54 años, según nivel de exposición (moderado =  $\geq 85$  -  $< 90$  dBA; alto =  $\geq 90$  dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile. En este grupo etario se observa una probabilidad de pérdida mayor que para los otros grupos etarios estudiados.**



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 18 se muestra que para el grupo etario de 46-54 años, se mantiene el comportamiento descrito anteriormente, observándose una probabilidad de pérdida mayor que en los casos anteriores, además, bajo las mismas condiciones de exposición a contaminación acústica (igual nivel de exposición y tiempo de exposición) la probabilidad de pérdida auditiva, en este grupo, es superior en un 100% del grupo etario de 36 – 45 años.

**Gráfico 19: Probabilidad de pérdida auditiva para un rango de edad de 55 - 70 años, según nivel de exposición (moderado =  $\geq 85$  -  $< 90$  dBA; alto =  $\geq 90$  dBA) y tiempo de exposición. Santiago de Chile.** La probabilidad de pérdida auditiva en este grupo etario, independientemente del tiempo de exposición y del nivel de exposición a contaminación acústica es mayor al 55%.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

En el gráfico 19, se observa que las curvas tienen un comportamiento similar al mostrado por los grupos etarios anteriores, sin embargo, en el rango de 55-70 años, independientemente del tiempo de exposición y del nivel de exposición, la probabilidad de pérdida auditiva es mayor al 55%.

### 7.8 Percepción de la contaminación acústica como un problema.

Se envió un total de 39 encuestas a los municipios que conforman la Región Metropolitana, de las cuales, sólo 20 municipios enviaron su respuesta, lo que arrojó una tasa de respuesta de un 51.3%. Los resultados de la aplicación de la encuesta se muestran en la tabla 58.

**Tabla 58: Resultados de encuesta aplicada.** El 80% de las denuncias por ruidos molestas son un problema para el municipio que las recibe.

Pregunta	Respuesta
Las denuncias o reclamos son un problema para su comuna?	Si = 85% (17) No = 20% (3)
Existe ordenanza municipal sobre ruidos molestos?	Si = 80 % (16) No = 20% (4)
La ordenanza municipal está basada en el D.S. 146?	Si = 68.8% (11) No = 31.2% (5)
Cuál es la actividad o rubro económico que genera el mayor número de reclamos o denuncias?	Talleres artesanales. Talleres mecánicos. Construcción. Centros de entretenimiento (pub, discotecas, etc.). Iglesias. Fiestas de vecinos.

Fuente: Elaboración propia, 2011.

De la tabla anterior, se observa que las denuncias por ruido molestos en el 80% de los municipios representa un problema, por otra parte, el 80% de los municipios cuenta con una ordenanza municipal, la que en el 68.8% de los casos está basada en el decreto supremo 146.

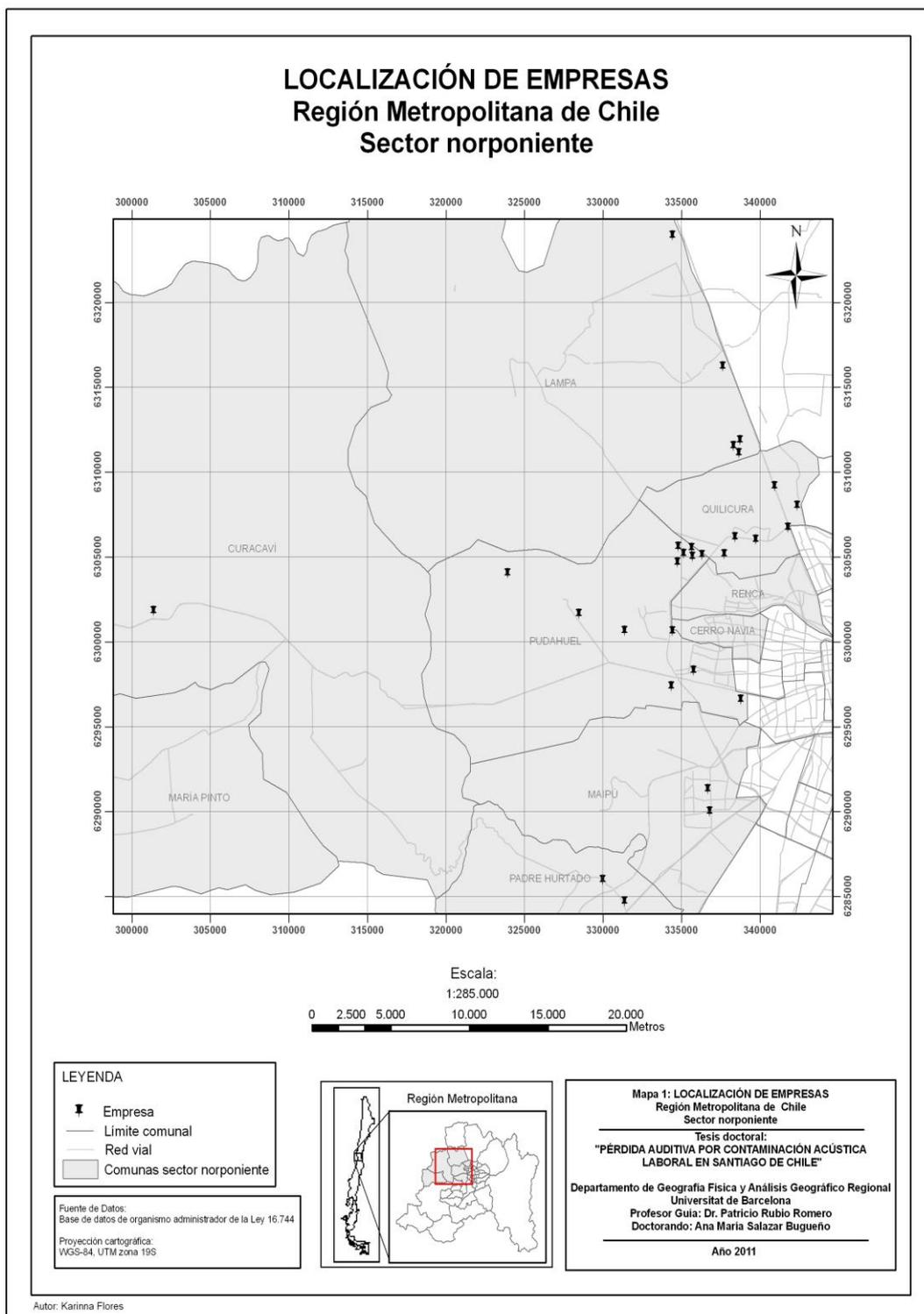
En relación, a las actividades que generan el mayor número de reclamos o denuncias, éstas son: talleres artesanales, talleres mecánicos, construcción y actividades no industriales.

## **7.9 Cartografía temática acústica**

### **7.9.1 Distribución espacial de las empresas por comuna.**

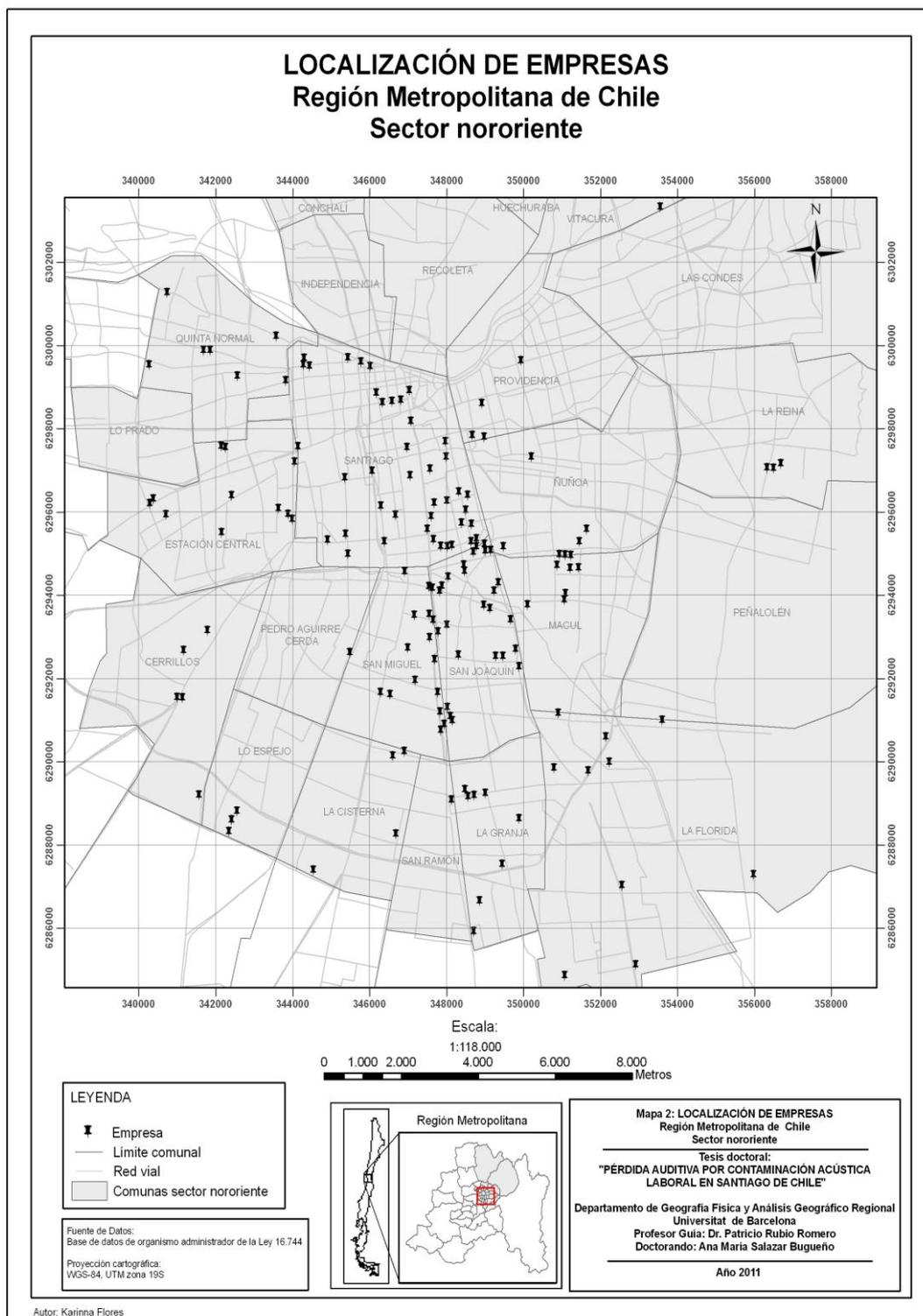
Los mapas 1, 2, 3 y 4 muestran la localización de cada una de las empresas en estudio por cada una de las comunas que conforman la Región Metropolitana de Chile y el mapa 5 muestra la distribución espacial de empresas en todas las comunas de la Región Metropolitana de Chile.

**Mapa 1: Localización de las empresas del sector norponiente de la Región Metropolitana de Chile.** Compuesta geográficamente y administrativamente por 29 comunas, de las cuales 6 contienen empresas en estudio. Se observa, una mayor densidad de empresas en las comunas de Quilicura, Pudahuel y Lampa.



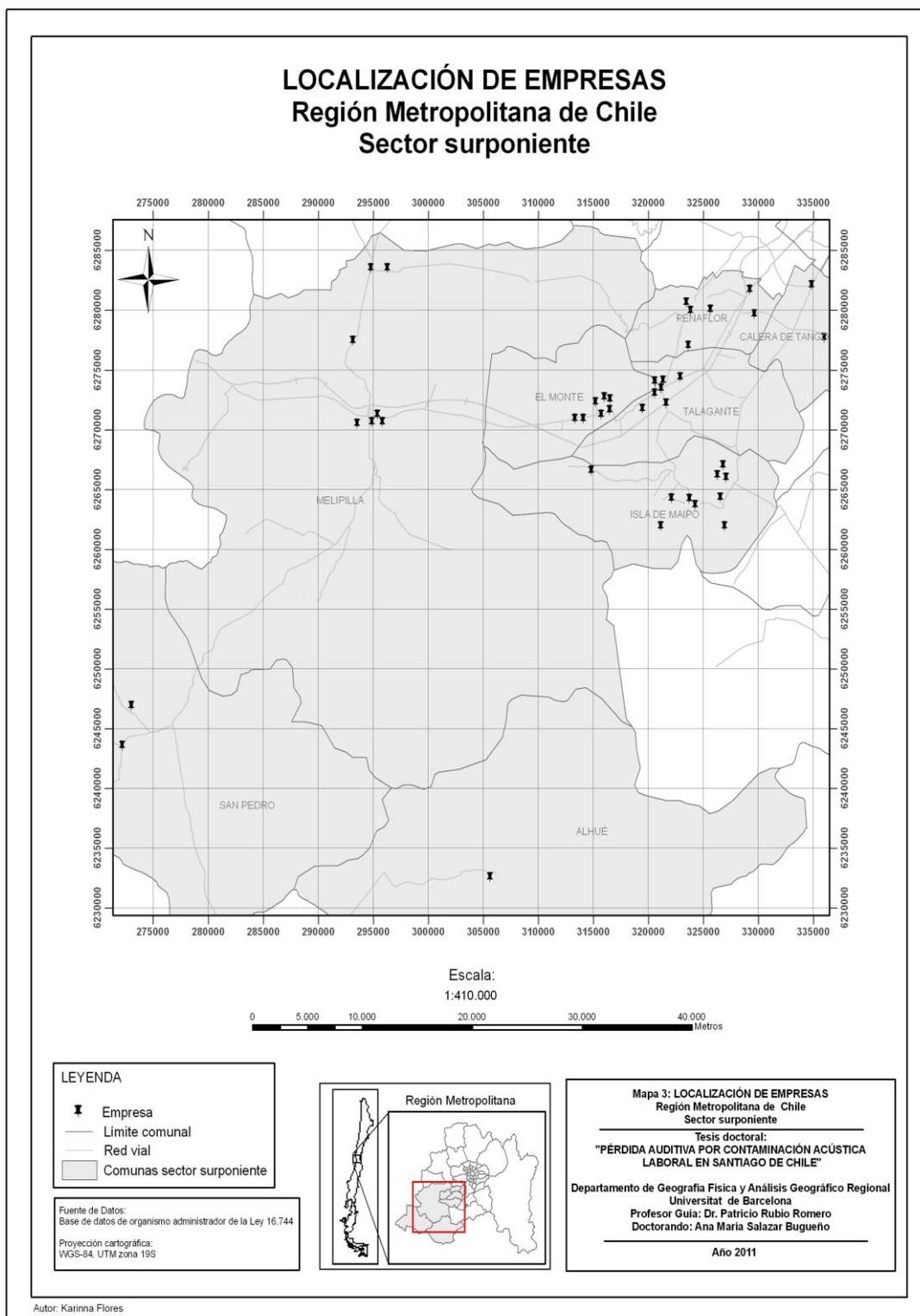
Fuente: Elaboración propia, 2011.

**Mapa 2: Localización de las empresas ubicadas en el sector nororiente de la Región Metropolitana de Chile.** Compuesta por 24 comunas, de las cuales 18 contienen empresas en estudio, observándose una mayor densidad en las comunas de Santiago, San Joaquín, San Miguel y Estación Central



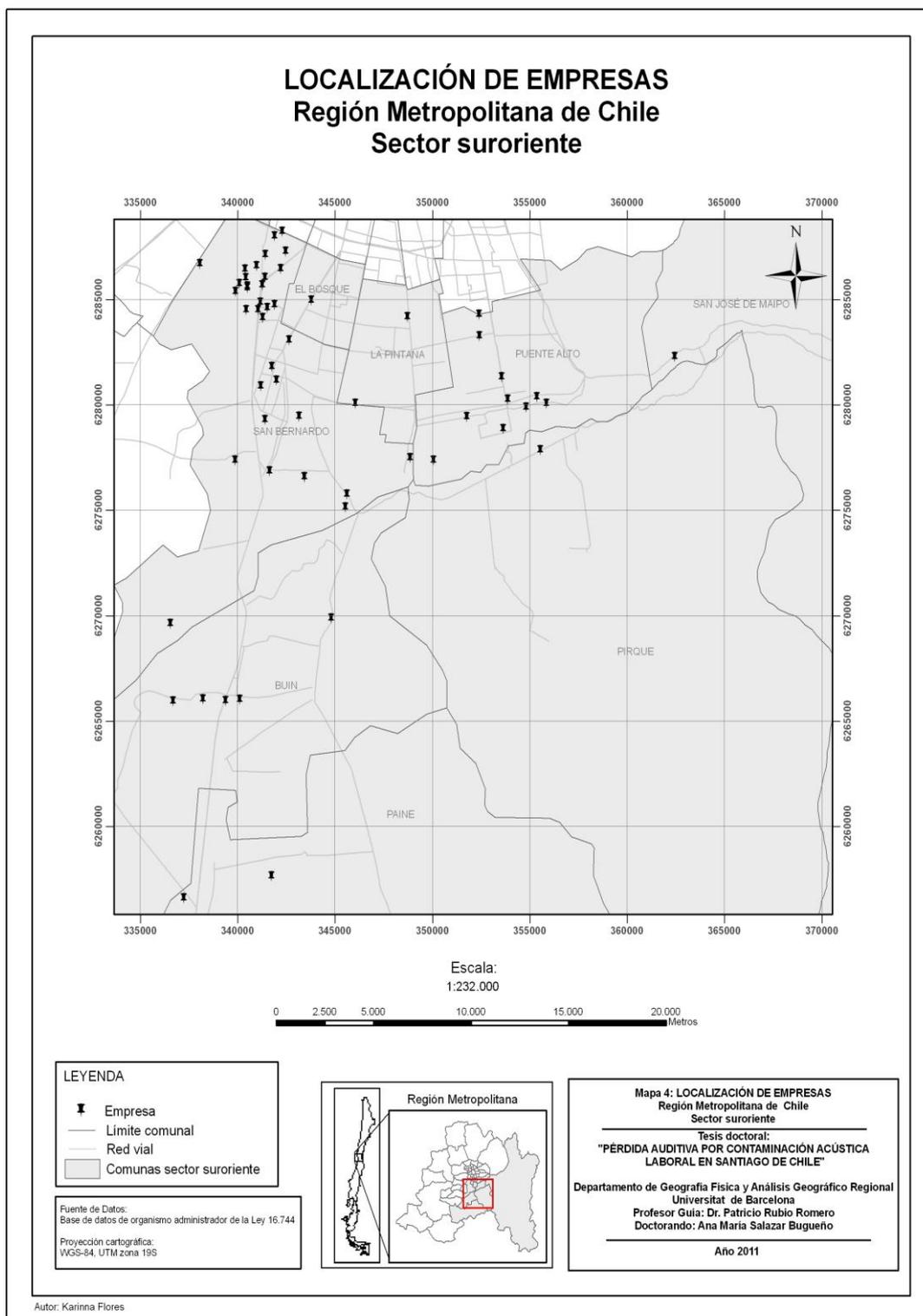
Fuente: Elaboración propia, 2011.

**Mapa 3: Localización de las empresas ubicadas en el sector surponiente de la Región Metropolitana de Chile.** Compuesta por 8 comunas, observándose una mayor densidad en las comunas de El Monte, Isla de Maipo, Talagante y Peñaflores. Cabe resaltar que en las 8 comunas existen empresas en estudio.



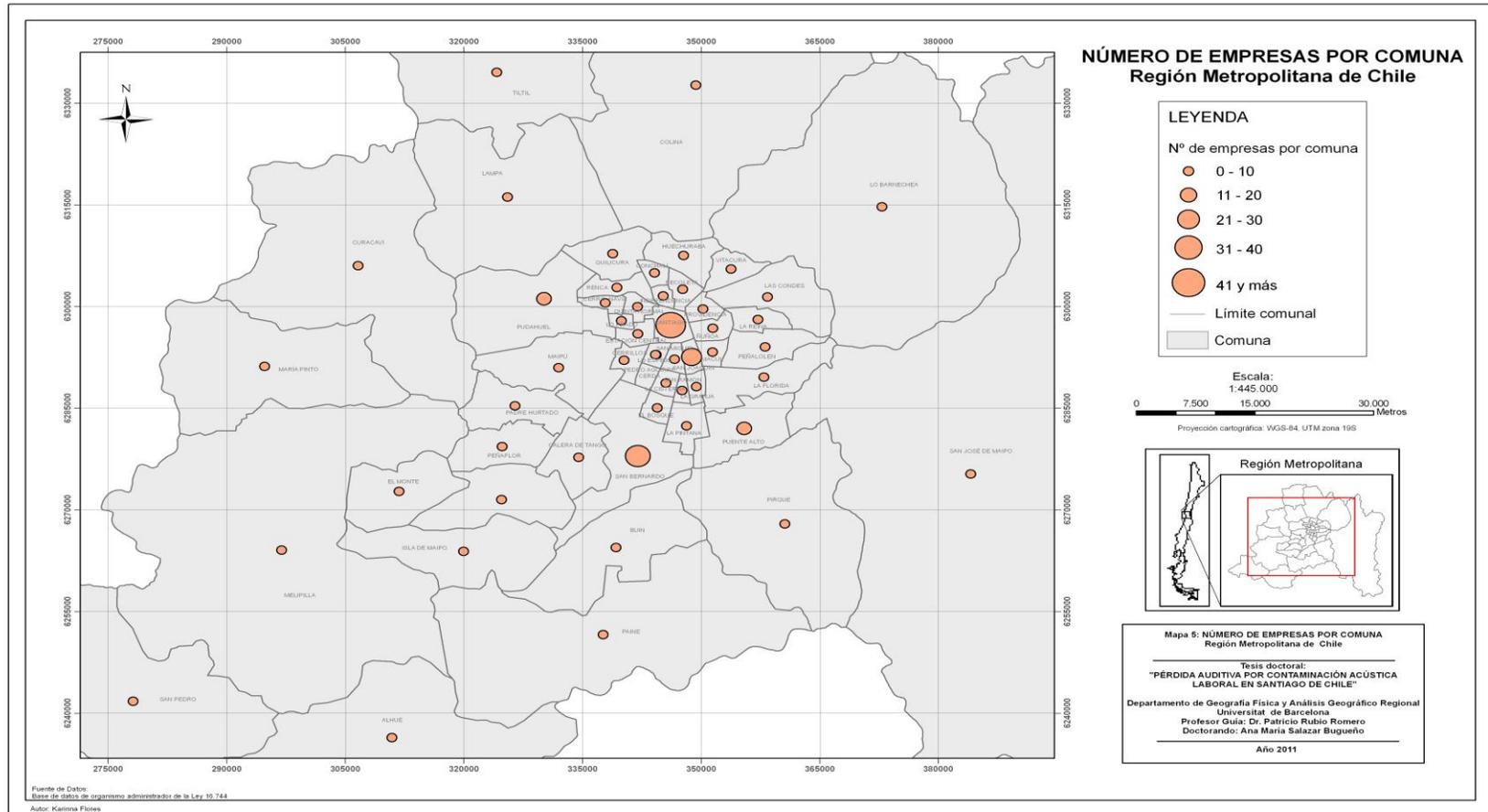
Fuente: Elaboración propia, 2011.

**Mapa 4: muestra la localización de las empresas ubicadas en el sector suroriente de la Región Metropolitana de Chile.** Compuesta por 8 comunas, existiendo empresas en estudio en cada una de ellas. Se observa una mayor densidad en las comunas de San Bernardo y Puente Alto.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

**Mapa 5: Número de empresas por comuna de la Región Metropolitana de Chile.** El mayor número de empresas (41 y más) se encuentra en la comuna de Santiago, siguiéndole en magnitud las comunas de San Bernardo (entre 31 y 40 empresas) y San Joaquín (entre 31 y 40 empresas). Es importante resaltar la homogeneidad que arrojan los datos en torno a la provincia de Santiago, existiendo entre 0 y 10 empresas en cada una de las comunas periféricas. Esta tendencia, se interrumpe al Este, en la comuna de Pudahuel (entre 11 y 20 empresas) y al Sur, en la comuna de San Bernardo (31 y 40 empresas), como así mismo en Puente Alto (entre 11 y 20 empresas) y San Joaquín.



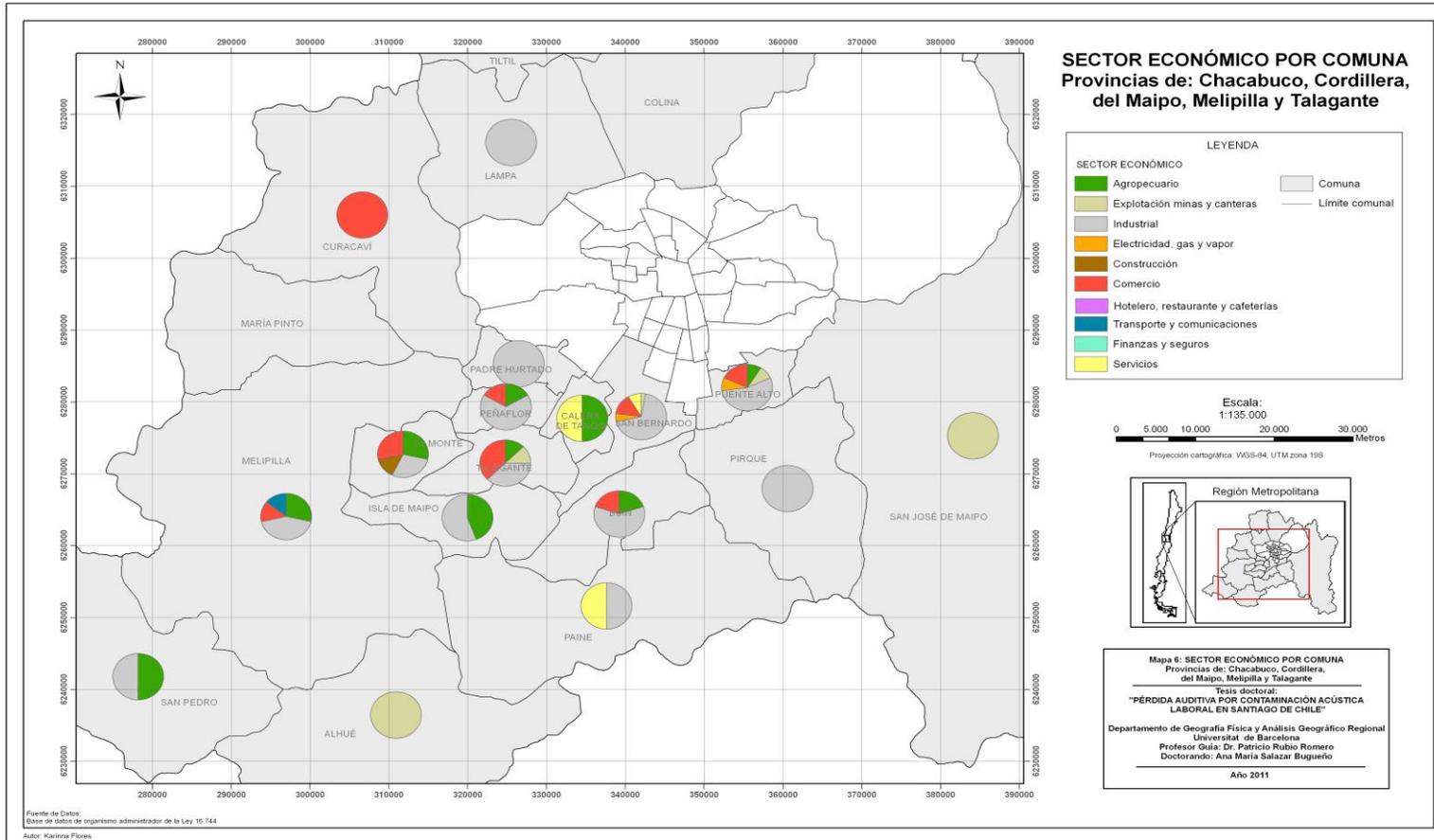
Fuente: Elaboración propia, 2011.

### **7.9.2 Distribución espacial de las empresas por sector económico y comuna.**

En relación al sector económico al cual pertenecen las empresas, su distribución espacial se muestra en los mapas 6 y 7.

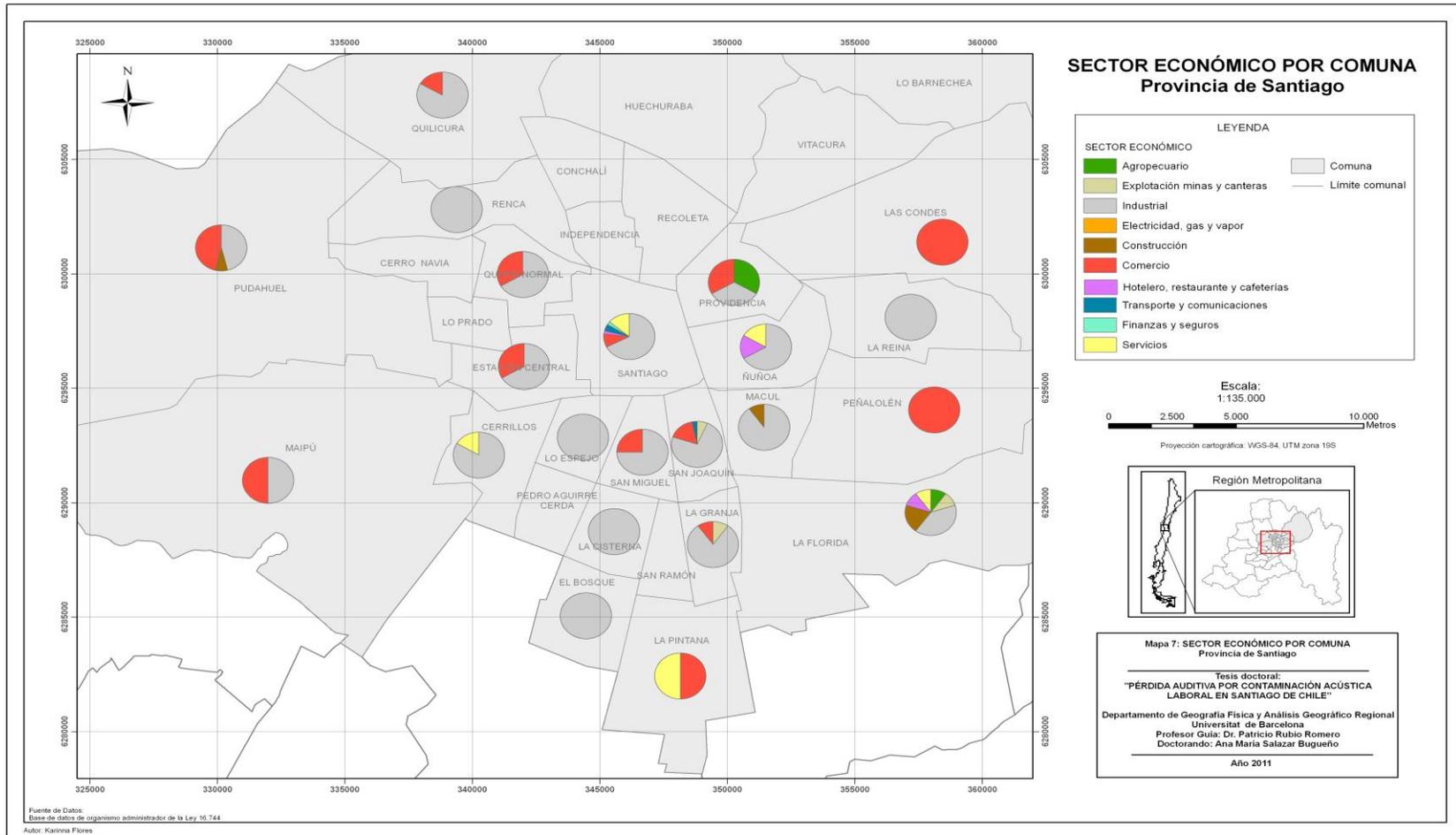
Cabe resaltar que el sector económico comercio, es reiterativo a medida que se descentralizan los datos, pues su comportamiento indica que esta actividad se desarrolla en casi todas las comunas, lo que igualmente ocurre con el sector industrial.

**Mapa 6: Sector económico por comuna.** Mayoritariamente las empresas emplazadas en las provincias de Chacabuco, Cordillera, del Maipo, Melipilla y Talagante pertenecen al sector industrial. Por otra parte existen comunas en las cuales sus empresas pertenecen a un solo sector económico como es el caso de Curacaví (comercio); Pirque, Lampa y Padre Hurtado (industrial); Alhué y San José de Maipo (explotación de minas y canteras). En cambio otras comunas presentan una gran diversidad de sectores económicos (Puente Alto, San Bernardo, Melipilla, El Monte, por nombrar algunas).



Fuente: Elaboración propia, 2011.

**Mapa 7: Sector económico por comuna. Provincia de Santiago.** Las empresas emplazadas en la Provincia de Santiago, preferentemente son del sector industrial, observándose además que en las comunas de Las Condes y Peñalolén las empresas son, solamente, del sector comercio. Además existen comunas donde las empresas sólo son del sector industrial (Renca, Lo Espejo, La Reina, La Cisterna y El Bosque). Las comunas que presentan una mayor diversidad de empresas por sector económico son Santiago y La Florida.

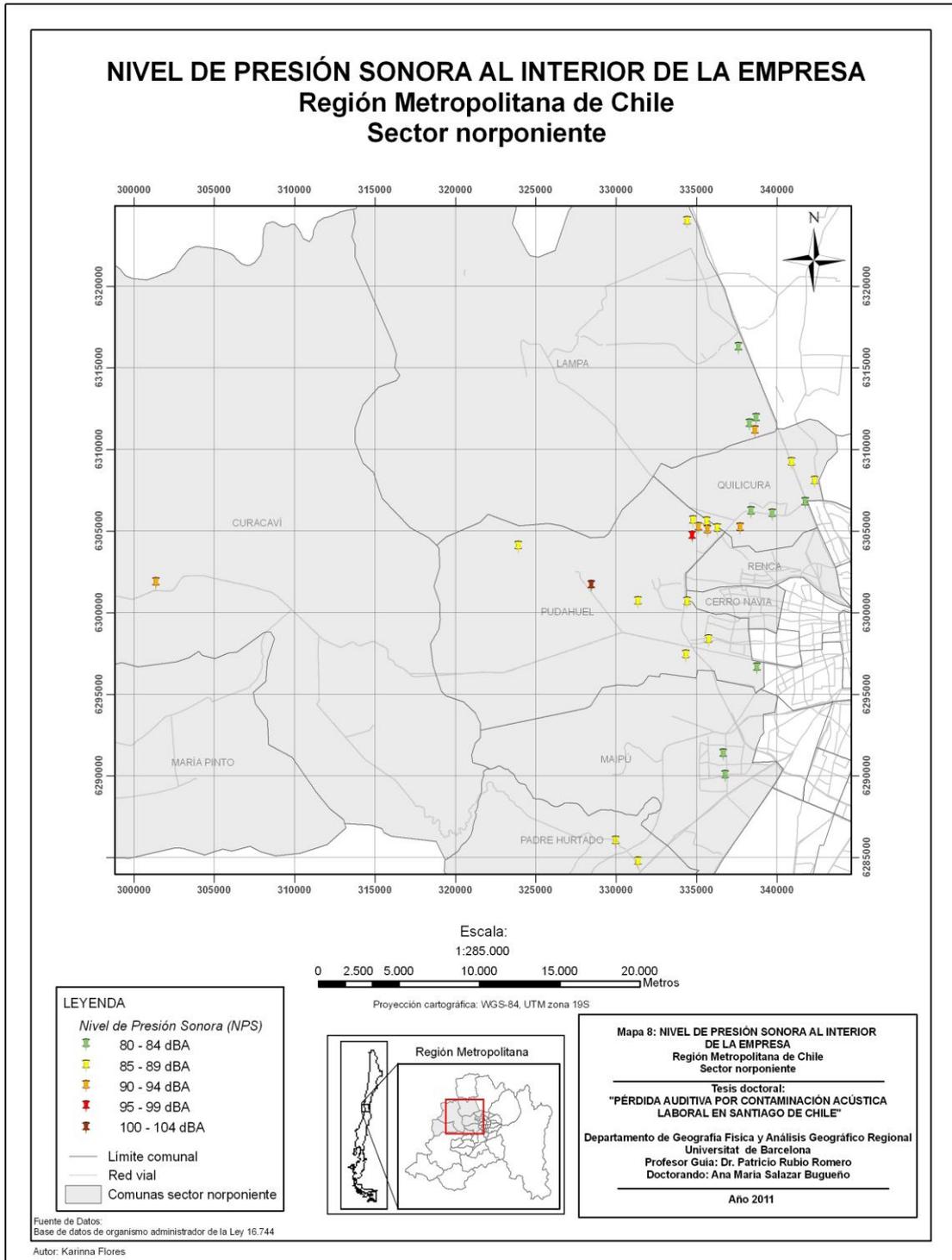


Fuente: Elaboración propia, 2011.

### **7.9.3 Distribución espacial de los niveles de presión sonora al interior de las empresas por comuna.**

El Mapa 8 muestra que los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector norponiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente son iguales o inferiores a 89 dBA. Sin embargo, en la comuna de Pudahuel existe una empresa cuyos niveles de presión sonora promedio, fluctúan entre 100 y 104 dBA y otra cuyos niveles promedios fluctúan entre 95 y 99 dBA. Interesante es comprobar que en este sector, sólo la comuna de Pudahuel cuenta con empresas cuyos niveles de presión sonora continuo equivalentes promedios generados, son los más altos en la escala de rangos establecidos. Por otra parte, los niveles de presión sonora continuo equivalentes generados por las empresas emplazadas en la comuna de Maipú, fluctúan entre 80 y 84 dBA.

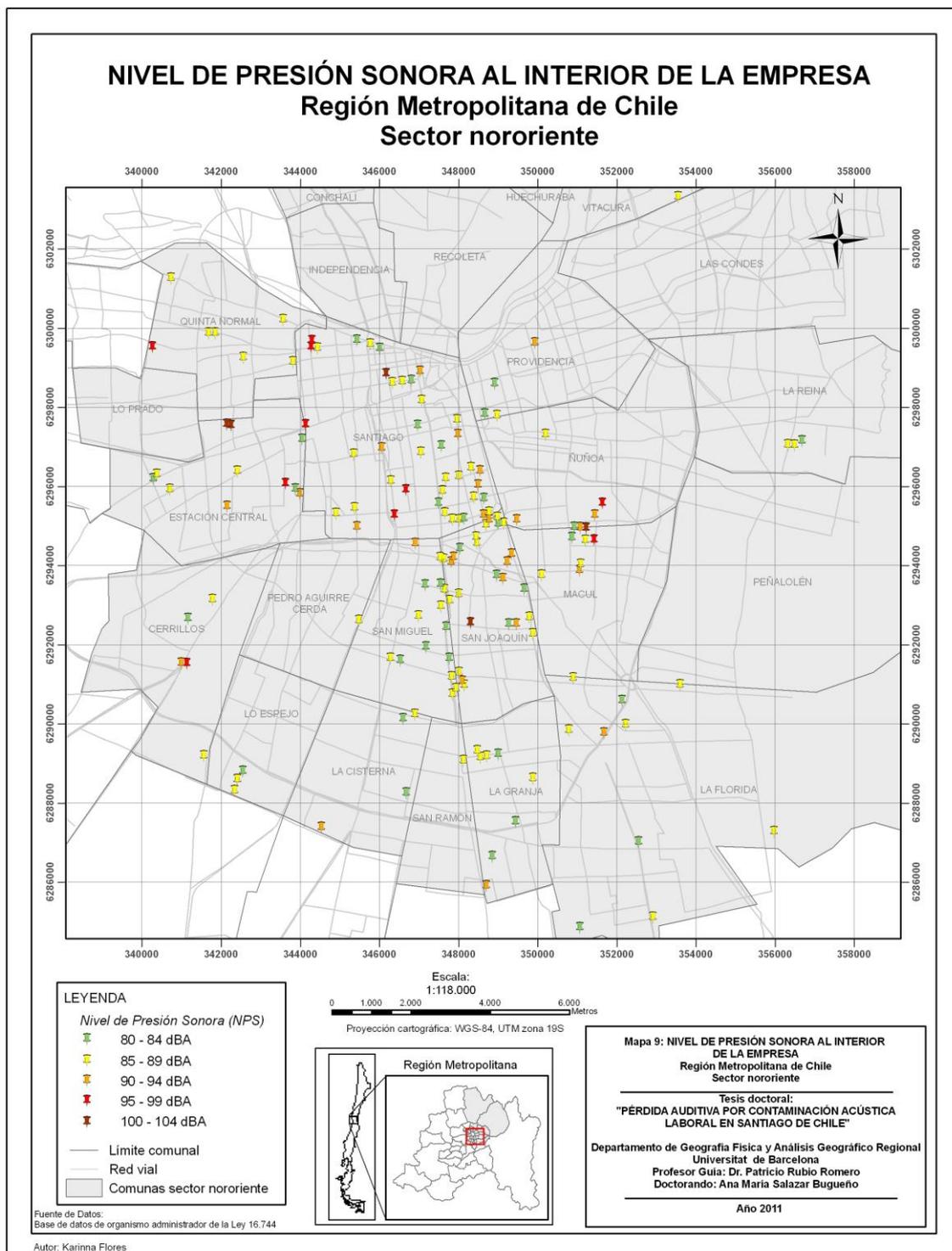
**Mapa 8: Nivel de presión sonora al interior de la empresa. Sector norponiente.** Los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector norponiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente son iguales o inferiores a 89 dBA.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 9 muestra que los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector nororiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA y de 80 a 84 dBA. Sin embargo, en las comunas de Estación Central, Santiago, Macul y San Joaquín existen empresas cuyos niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio fluctúan entre 100 y 104 dBA, es decir de alto rango.

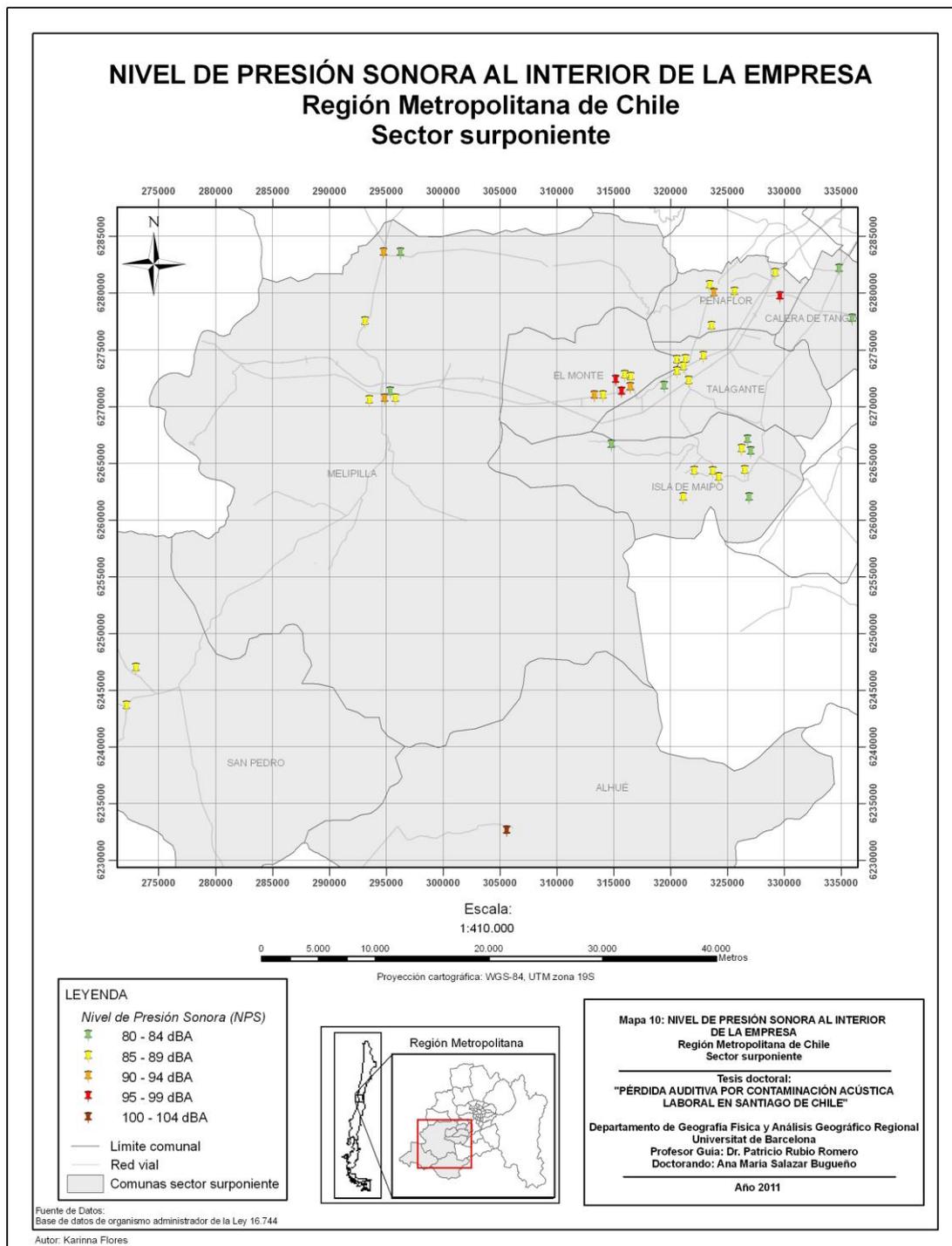
**Mapa 9: Nivel de presión sonora al interior de la empresa. Sector nororiente.** Los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector nororiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA y de 80 a 84 dBA.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 10 muestra que los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector sur poniente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA. Sin embargo, en la comuna de Alhué existe una empresa cuyos niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio fluctúan entre 100 y 104 dBA, el más alto rango.

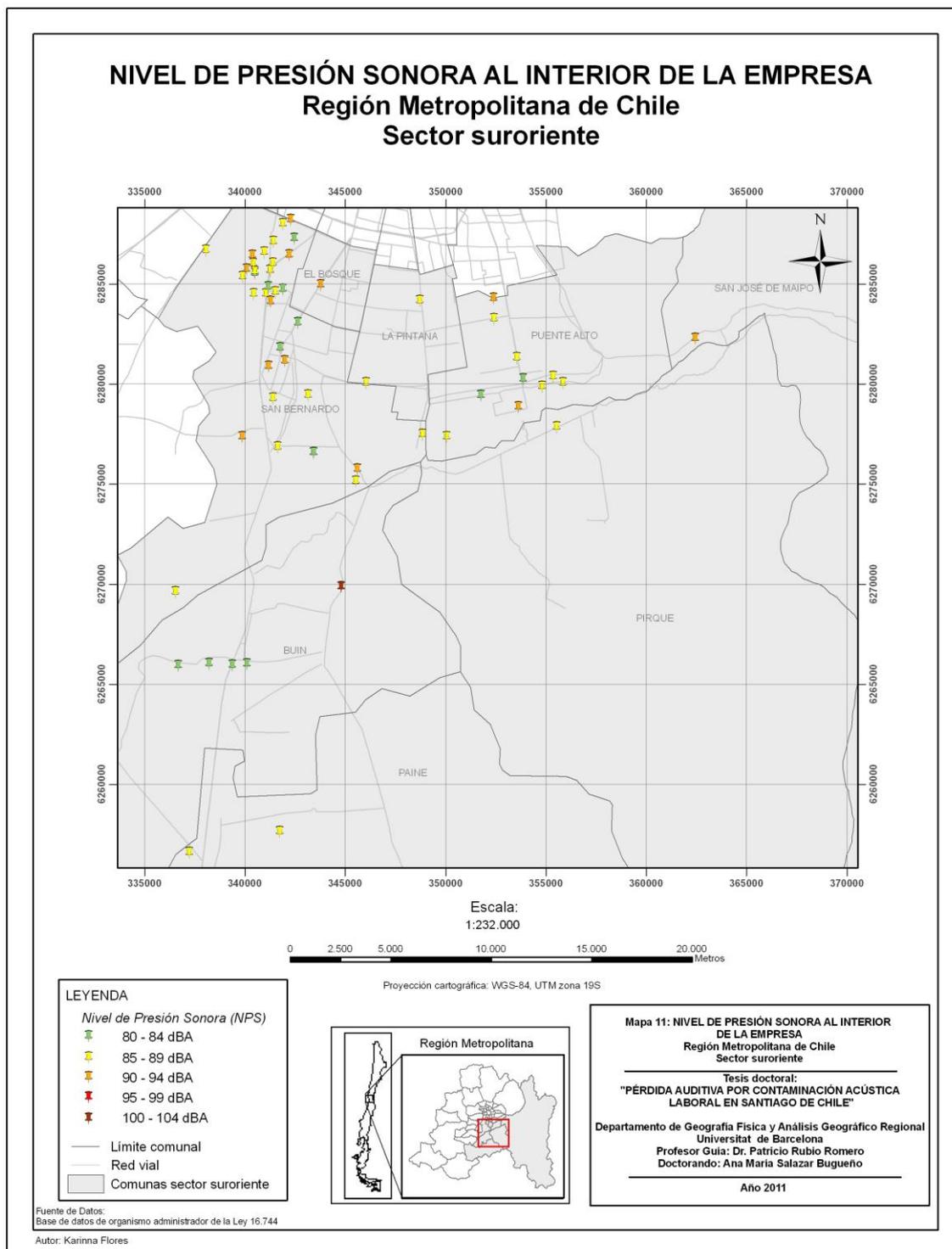
**Mapa 10: Nivel de presión sonora al interior de la empresa. Sector surponiente.** Los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector surponiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 11 muestra que los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector suroriente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA. Sin embargo, en la comuna de Buin existe una empresa cuyos niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio fluctúan entre 100 y 104 dBA, el más alto rango.

**Mapa 11: Nivel de presión sonora al interior de la empresa. Sector suroriente.** Los niveles de presión sonora continuo equivalentes promedio generados al interior de las empresas ubicadas en el sector suroriente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente se encuentran en el rango de 85 a 89 dBA.

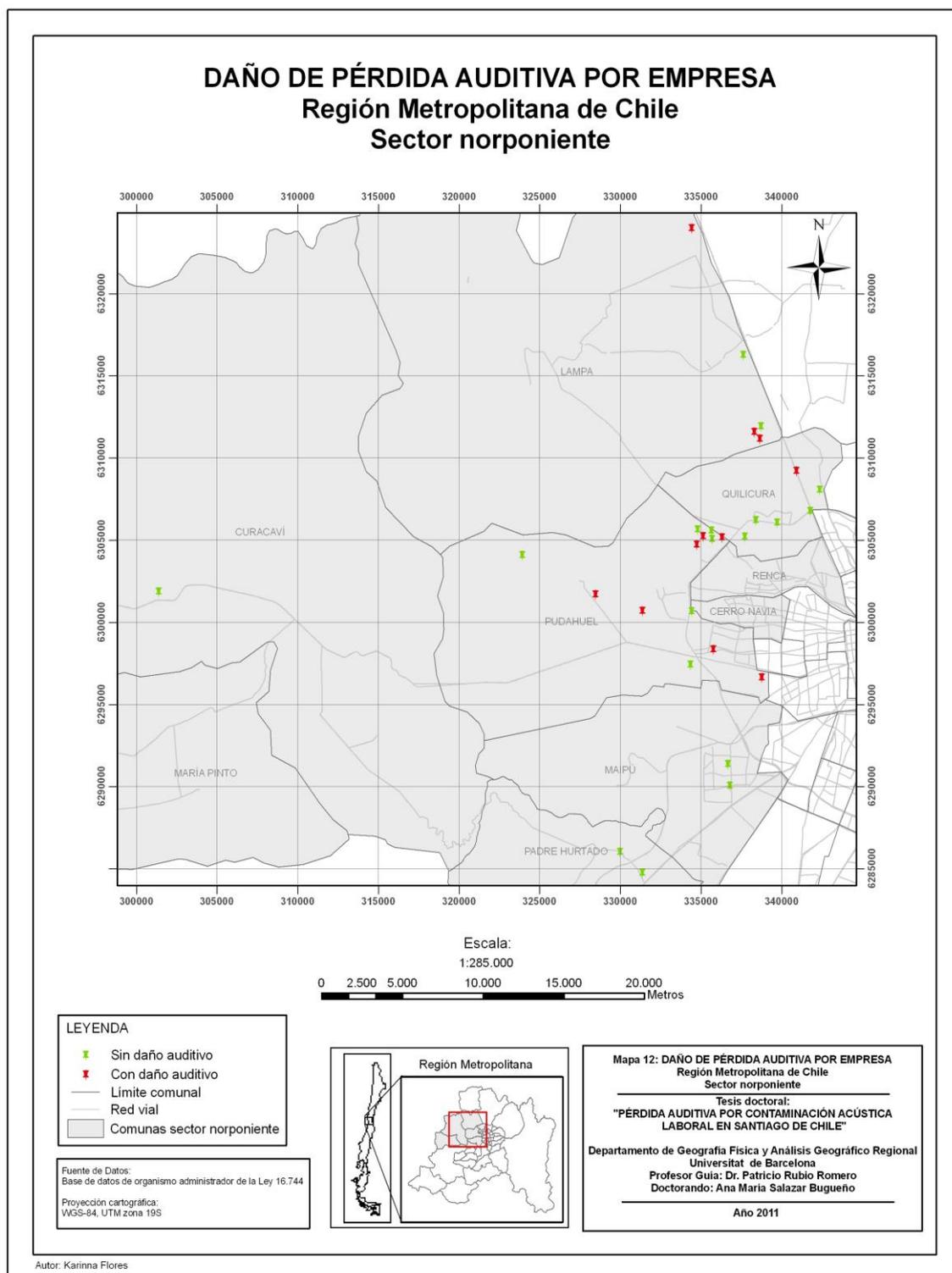


Fuente: Elaboración propia, 2011.

#### **7.9.4 Distribución espacial de daño auditivo por comuna.**

El Mapa 12 muestra que los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector norponiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo. Sin embargo, en la comuna de Pudahuel, Quilicura y Lampa existen trabajadores de algunas empresas que presentan daño auditivo. Es importante destacar que en las comunas de Padre Hurtado, Curacaví y Maipú si bien es cierto existen empresas emplazadas en dichas comunas, sus trabajadores no presentan daño auditivo.

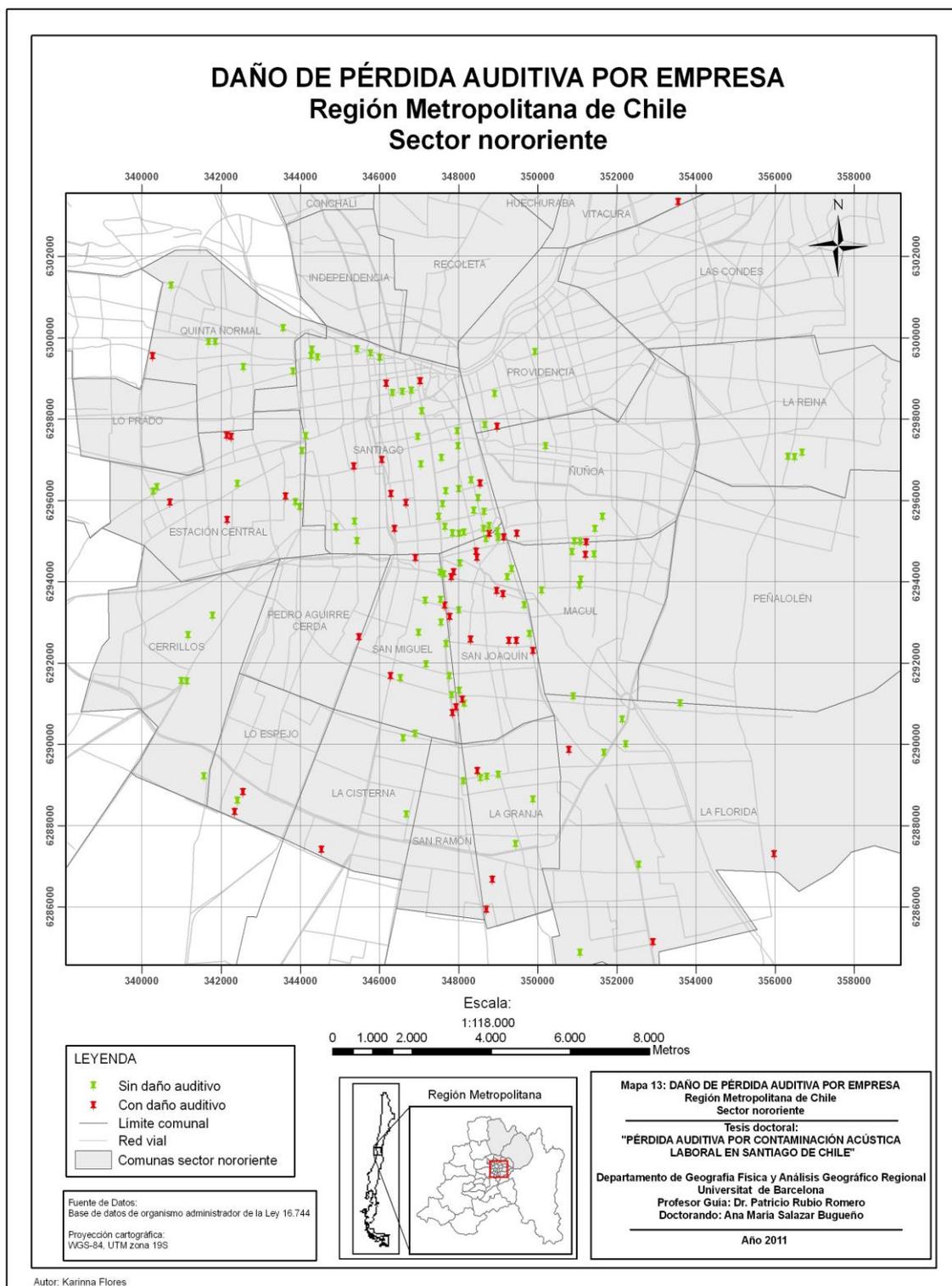
**Mapa 12: Daño auditivo por empresa. Sector norponiente.** Los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector norponiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 13 muestra que los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector nororiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo. Sin embargo, en todas las comunas que conforman el sector existen trabajadores de algunas empresas que presentan daño auditivo, con excepción de las comunas de La Reina, San Ramón y Cerrillos.

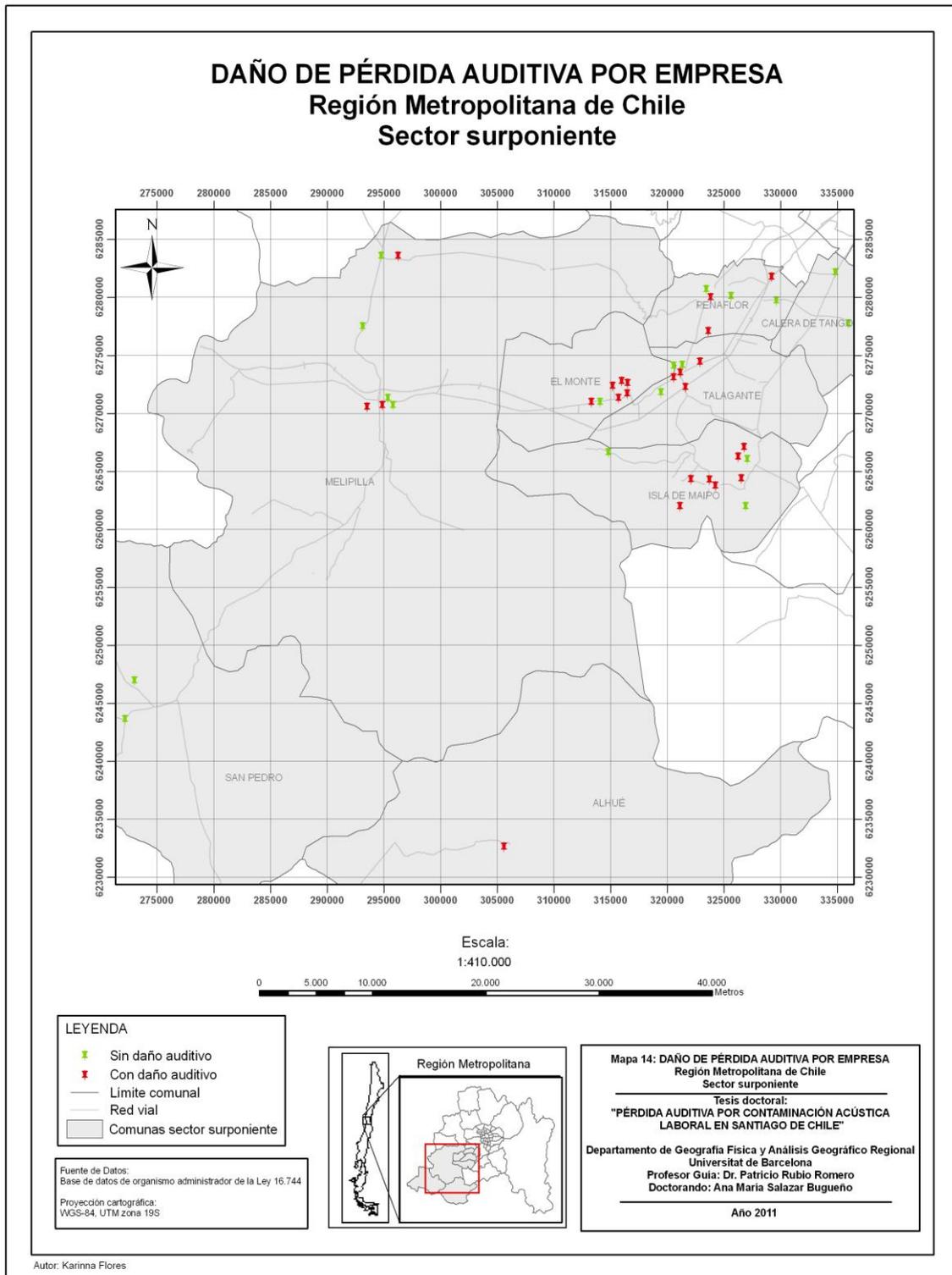
**Mapa 13: Daño auditivo por empresa. Sector nororiente.** Los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector nororiente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 14 muestra que los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector sur poniente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente presentan daño auditivo, especialmente los de las comunas de Isla de Maipo, El Monte y Talagante.

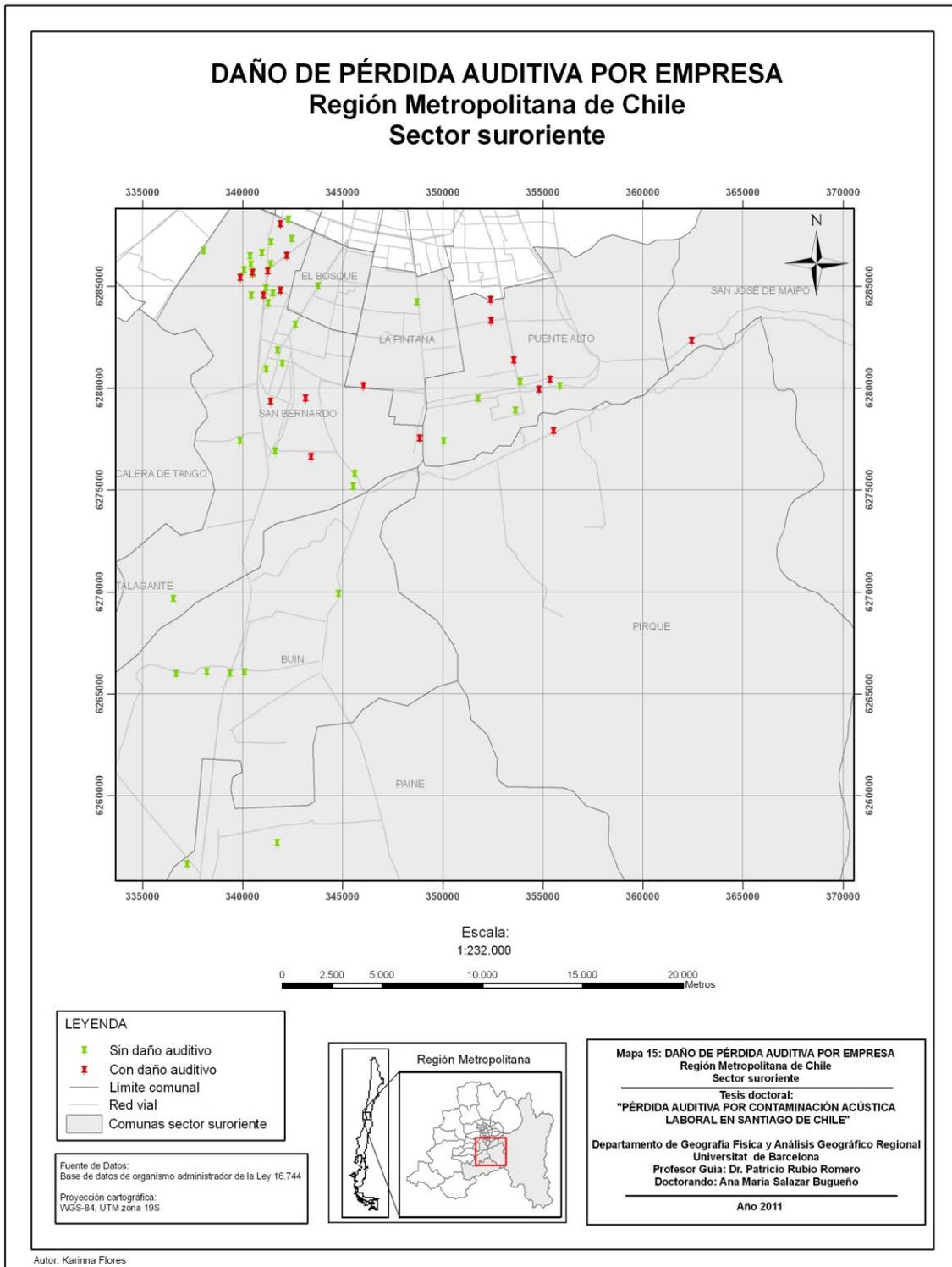
**Mapa 14: Daño auditivo por empresa. Sector sur poniente.** Los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector sur poniente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente presentan daño auditivo.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 15 muestra que los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector suroriente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo. Sin embargo, en todas las comunas que conforman el sector existen trabajadores de algunas empresas que presentan daño auditivo, con excepción de la comuna de Buin.

**Mapa 15: Daño auditivo por empresa. Sector suroriente.** Los trabajadores de las empresas ubicadas en el sector suroriente de la Región Metropolitana de Chile, mayoritariamente no presentan daño auditivo.

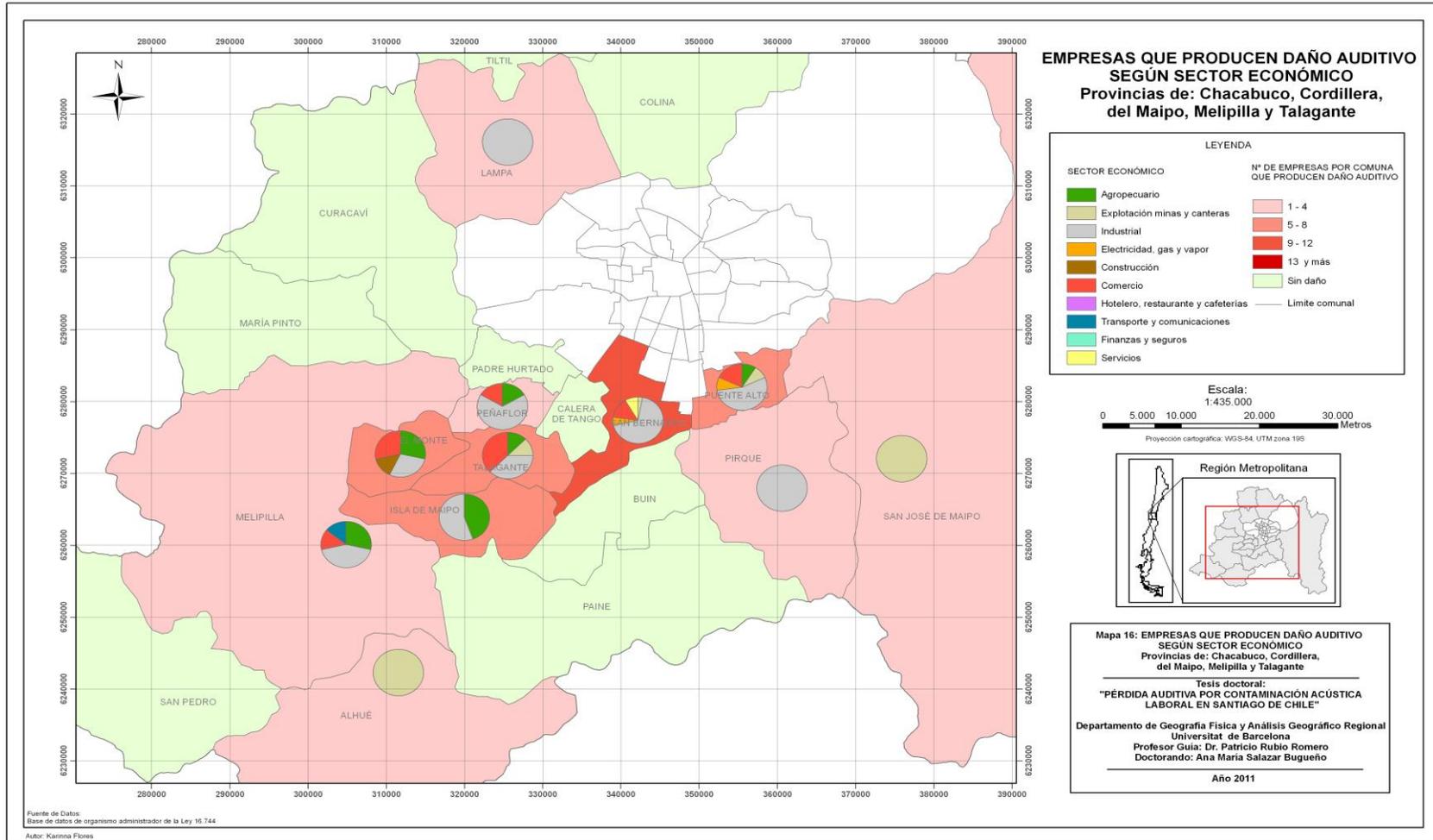


Fuente: Elaboración propia, 2011.

#### **7.9.5 Distribución espacial de las empresas que producen daño auditivo según sector económico.**

El Mapa 16 muestra que las empresas que presentan daño auditivo que se encuentran emplazadas en las provincias de Chacabuco, Cordillera, del Maipo, Melipilla y Talagante, pertenecen preferentemente a los sectores industrial, explotación de minas y canteras, agropecuario y comercio. Por otra parte, en la comuna de San Bernardo existen 13 y más empresas que presentan daño auditivo originado por la contaminación acústica existente en sus instalaciones.

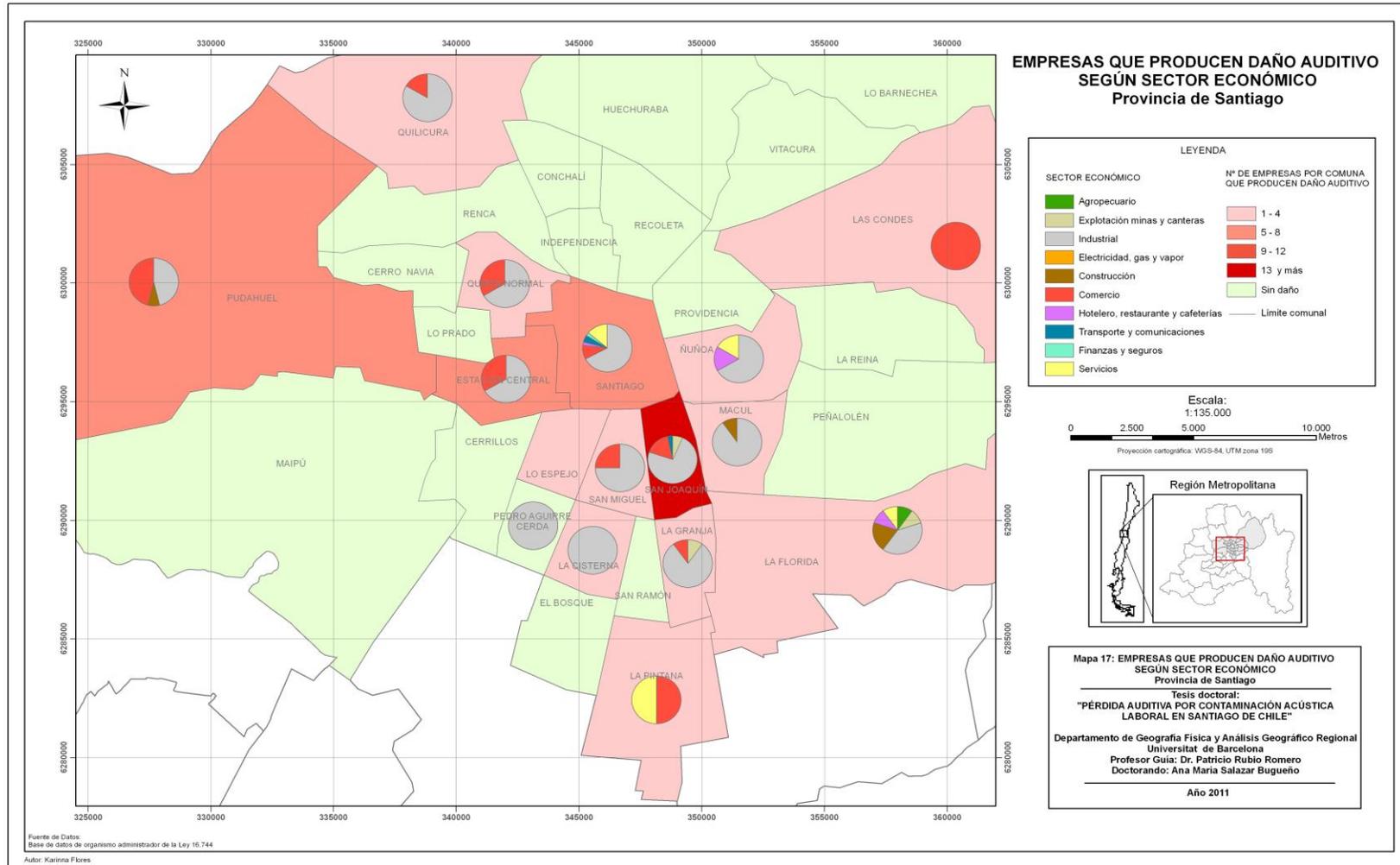
**Mapa 16: Empresas que producen daño auditivo según sector económico. Provincias de Chacabuco, Cordillera, del Maipo, Melipilla y Talagante.** Las empresas que presentan daño auditivo pertenecen preferentemente a los sectores industrial, explotación de minas y canteras, agropecuario y comercio.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

El Mapa 17 muestra que las empresas que presentan daño auditivo que se encuentran emplazadas en la provincia de Santiago pertenecen preferentemente a los sectores industriales y comercio. Por otra parte, en la comuna de San Joaquín existen 13 y más empresas que presentan daño auditivo. En cambio en las comunas de Pudahuel, Estación Central y Santiago, el número de empresas que originan el problema son entre 5 y 8.

**Mapa 17: Empresas que producen daño auditivo según sector económico. Provincia de Santiago.** Las empresas que presentan daño auditivo que se encuentran emplazadas en la provincia de Santiago pertenecen preferentemente a los sectores industriales y comercio.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Es importante mencionar que en ciertos mapas, la distribución de los datos, señala que la diversidad de actividades, como así mismo, la cantidad de empresas, es independiente del sector comunal en el que se emplazan, con daño auditivo o no. Así puede afirmarse además, que de acuerdo a los resultados que arrojó cada producto cartográfico, la distribución de las empresas en el territorio geográfico, es independiente del comportamiento propio de su actividad económica al interior de sus dependencias, respecto del daño auditivo que causa o no a sus trabajadores.

Sería interesante conocer cómo se relaciona la situación acústica de cada una de ellas, con los usos de suelo que señala el plan regulador comunal, las ordenanzas municipales, los reglamentos y leyes sobre esta materia y la percepción tanto de quienes laboran en ella, como de quienes viven en las proximidades. Para ello, es imprescindible considerar la gran diferencia espacial entre zonas rurales y urbanas.



**CAPÍTULO VIII**  
**TESIS FINAL**



En este apartado se intenta dar respuesta al cumplimiento de los objetivos general y específicos, así como también se demuestra la hipótesis planteada, por otra parte se analizan los resultados encontrados y en aquellos casos que corresponda, se realiza una discusión de los hallazgos respecto de otros estudios.

## **8.1 Objetivos**

### **8.1.1 Objetivo general**

*A partir de la muestra analizada establecer un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, el cual permite adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que ella genera.*

En relación al objetivo general planteado, la presente investigación logró establecer un modelo univariado y multivariado que permite predecir la probabilidad de pérdida auditiva a partir de una variable independiente (nivel de presión sonora continuo equivalente, edad o tiempo de exposición) o de la combinación de variables independientes (nivel de presión sonora continuo equivalente, edad y tiempo de exposición), así como también, determinar el impacto de las medidas de control o preventivas que se adopten para controlar la contaminación acústica.

En relación al modelo univariado, por ejemplo, si a través de alguna medida de control de la contaminación acústica logramos disminuir el nivel de exposición de una persona de alto ( $NPS_{eq} > 90 \text{ dBA}$ ) a moderado ( $NPS_{eq} \geq 85$  a  $< 90 \text{ dBA}$ ), aplicando el modelo univariado determinamos que la probabilidad de pérdida auditiva disminuye de 5.618% a 2.933%, es decir, la probabilidad de pérdida auditiva por contaminación acústica laboral se reduce al 52.2%.

Respecto del modelo multivariado, por ejemplo si tenemos un puesto de trabajo que tiene un nivel de contaminación acústica de 90 dBA y la actividad la realizan 2 trabajadores, ambos de 30 años, de los cuales uno de ellos hace uso de un protector auditivo que le otorga una reducción de ruido de 10 dBA y el otro no, tendremos 2 condiciones de exposición, en el caso del trabajador que utiliza protección auditiva, su nivel de presión sonora continuo equivalente efectivo es de 80 dBA, en cambio en el caso del trabajador que no utiliza protector auditivo, su nivel de presión sonora continuo equivalente efectivo es de 90 dBA, al estimar la probabilidad de daño auditivo esperable después de un tiempo de exposición de 8 años, en el primer caso, ésta es de 3.3% y en el segundo caso de 11.4%, es decir la probabilidad de pérdida auditiva aumento en un 345.5%.

Lo anterior, nos permite determinar el impacto de cualquier medida de control que se adopte para disminuir el nivel de contaminación acústica laboral, independientemente de los datos de entrada que se tengan.

### 8.1.2 Objetivos específicos.

- *Analizar a nivel teórico la relación entre un individuo y el medio ambiente por medio del sonido.*

Este objetivo a través de la revisión y análisis de la bibliografía disponible se cumplió totalmente, ya que vemos que el sonido es algo más que un elemento opresivo que nos aísla del medio, pudiendo erigirse en un importante elemento de relación y comunicación con el medio, al proporcionar un contacto físico y dinámico con el mismo. El estudio del medio ambiente sonoro desde este planteamiento implica partir de un concepto fundamental, el de ecología acústica, según el cual el sonido no es entendido como un mero elemento físico del medio, sino como un elemento de información y de unión con el mismo. Desde este planteamiento se considera que, "hombre, sonido y medio constituyen un sistema de comunicación". Ello conlleva a tener en cuenta dos variables: la relación afectiva y emocional con el sonido y la importancia del contexto en el que éste es percibido. Si tenemos en consideración que, gran parte de la experiencia de los sujetos a lo largo de su existencia está relacionada con el sonido, vemos que cada situación, cada época de nuestra vida va acompañada de un fondo sonoro. Los sonidos forman parte de nuestra experiencia y su escucha desencadena asociaciones inconscientes y hacer surgir de la memoria impresiones e imágenes, ayudando a recuperar vivencias del pasado. El sonido es un estímulo cargado de significados. Así, al escuchar una música, voces o sonidos vinculados al pasado de una persona, pueden emerger con fuerza sentimientos, sensaciones y recuerdos que por su propia riqueza y expresividad pueden superar la propia realidad vivida. Por lo tanto, podemos afirmar que, el sonido puede contribuir al enriquecimiento y sentido de los diferentes lugares en los que el hombre ha desarrollado su vida.

La presencia del sonido colabora a que los ambientes se convierten en "lugares", imprimiéndoles una atmósfera particular generadora de múltiples y variados sentimientos y sensaciones.

- *Conocer a nivel conceptual los fundamentos teóricos de la contaminación acústica a nivel de grandes espacios y/o infraestructuras.*

De la revisión del estado del arte realizada, este objetivo se cumplió a cabalidad ya que podemos decir que, las ciudades que habitamos, y que nos habitan, son una fuente sonora inagotable e inabordable. Del rumor continuo del tráfico, al bullicio de las voces o el redoble de los pasos, infinidad de sonidos pueblan sin tregua cada rincón y cada instante. La ciudad susurra, murmura, dialoga, discute o grita, pero no calla. En ocasiones es el bullicio quien nos convoca, en otras su ausencia. Pero incluso el silencio de la noche o el de algún lugar aún recóndito está tejido por infinidad de resonancias lejanas. El espacio sonoro urbano está sometido a una paradoja; por una parte sus limitados espacios abiertos semejan vacíos excavados en la masa compacta de lo construido; su espacio sonoro debiera estar fracturado, dividido en infinidad de pequeñas situaciones; pero la urbe es un espacio reflectante por naturaleza, condicionado por la dureza de sus materiales y la tersura y firmeza de sus formas. El resultado es el rumor, el murmullo homogéneo y continuo que caracteriza todo tejido urbano. De la misma forma que el mar o el viento confieren su voz y sus inflexiones a ciertos entornos naturales, la ciudad posee su propio modo de expresión, su propio continuo sonoro. De todo este torrente

continuo de información sonora solo somos capaces de retener una pequeña parte. Los criterios en función de los cuales hacemos esta selección dependen en gran medida, del modo en el que escuchamos cuanto nos rodea. Una gran distancia existe entre el simple "oír" distraído de un recorrido cotidiano y la "escucha tensa o atenta" de quien espera una señal. Nuestra capacidad de atención en estos entornos cotidianos responde con frecuencia a un modo de escucha distraído, pero alerta frente a cuanto pueda suponer una alteración de lo habitual.

Contrariamente a nuestra percepción visual, no podemos renunciar al sentido del oído, carecemos de "párpados auditivos". Nuestra escucha es además omnidireccional, y tanto diurna como nocturna. Es por ello que, consciente o inconscientemente, la escucha constituye a menudo nuestro primer acercamiento y modo de comprensión del entorno. No en vano, nos servimos de ella como de un radar que nos informa de cuanto nos rodea y que nos indica en qué hemos de fijar nuestra atención, al tiempo que nos permite descartar muchas otras fuentes de información. Este comportamiento se acentúa en aquellos entornos que conocemos o que recorremos con frecuencia. Esta discriminación ejercida sobre cuanto oímos supone la existencia previa de un hábito, de un conjunto de elementos sonoros característicos que rara vez captan ya nuestra atención; son con frecuencia olvidados de inmediato, pero únicamente porque eran esperados, porque son parte indisoluble de un lugar. Estos elementos constituyen la identidad sonora de dicho lugar; quien lo habita puede tal vez identificarlo, reconocerlo a través de los sonidos que lo caracterizan. Más aún, estos sonidos característicos le permiten integrarse emocionalmente en dicho lugar, es decir, sentirse parte de él, siendo capaz al mismo tiempo de hacerlo propio.

No podemos comprender la identidad de un lugar sin conocer primero de qué modo es habitado, recorrido y practicado un espacio. Análogamente, la identidad de cada persona estará vinculada en gran medida a los espacios que habite. Esta doble interacción nos permite comprender la identidad de un lugar, como la expresión cualitativa de un espacio por sus modos de vida característicos. Este vínculo indisoluble entre modos de habitar e identidad señala uno de los rasgos fundamentales de este concepto: su carácter evolutivo. No podemos restringir la identidad de un lugar a un sentido exclusivamente patrimonial, ni pretender fijarla en función de un período dado; la imagen identitaria no es de naturaleza universal, sino relativa, como fruto de una conciencia subjetiva, sea ésta individual o colectiva. Desde este punto de vista, todo fenómeno de identidad no es sino el resultado de la tensión que se establece entre una memoria sonora y una escucha futura o proyectada. Por una parte, nuestra experiencia sonora condiciona nuestra percepción. Pero por otra, dicha experiencia se modifica, continua y progresivamente, a medida que se transforma nuestro entorno. Es un proceso dinámico tanto en las periodicidades cíclicas de cada día o de cada estación, como en la progresiva evolución social y espacial de un lugar.

Cada fragmento del tejido urbano posee unos rasgos sonoros característicos que nos hablan de sus cualidades espaciales, de las temporalidades y de los usos que le dan sus habitantes. Estos rasgos constituyen su identidad ordinaria y cotidiana. El continuo sonoro de las ciudades no es un ruido neutro y arbitrario; el estudio de sus atributos

compositivos constituye un análisis cualitativo de las diferentes configuraciones urbanas.

- *Inferir la relación entre contaminación acústica y pérdida auditiva en escenarios bien definidos.*

A través de la determinación del impacto de la contaminación acústica en la muestra estudiada, se logró dar cumplimiento a este objetivo, es así como se determinó que en relación al daño auditivo (pérdida auditiva): no existen diferencias significativas según sexo ( $p > 0.005$ ), que varía significativamente con la edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica ( $p < 0.05$ ).

Por otra parte, la cartografía temática acústica nos permite visualizar el comportamiento espacial de los niveles de contaminación acústica, de las personas dañadas por este agente contaminante, así como también la tipología de las empresas que la generan, respecto de lo señalado, es importante mencionar que en ciertos mapas, la distribución de los datos, señala que la diversidad de actividades, como así mismo, la cantidad de empresas, es independiente del sector comunal en el que se emplazan, con daño auditivo o no. Así puede afirmarse además, que de acuerdo a los resultados que arrojó cada producto cartográfico, la distribución de las empresas en el territorio geográfico, es independiente del comportamiento propio de su actividad económica al interior de sus dependencias, respecto del daño auditivo que causa o no a sus trabajadores.

- *Diseñar una propuesta metodológica para dar respuesta al problema y comprobar la hipótesis.*

Por medio del diseño de un proceso metodológico se dio cumplimiento a este objetivo. En el proceso metodológico existen etapas definidas, cada una de ellas con sus correspondientes etapas y características; el desarrollo de éstas permitió conocer el impacto de las variables que inciden en la pérdida auditiva por contaminación acústica, así como también, determinar un modelo para predecir la probabilidad de pérdida auditiva asociada a cada una de ellas en forma individual o grupal.

- *Aplicar el software STATA para el análisis descriptivo, exploratorio y uni y bivariado de los datos.*

El cumplimiento de este objetivo, permitió conocer las características geográficas y sociodemográficas de la muestra, por ejemplo, el 92.1% de las personas son del sexo masculino, el 58.34% de ellas pertenecen a empresas emplazadas en zona sur de la ciudad de Santiago de Chile, el 48.55% está expuesta a niveles de contaminación acústica superiores o iguales a 85 dBA y el 15.02% presenta pérdida auditiva (daño auditivo). También se determinó la relación entre variables (dependientes e independientes), medir su magnitud y estimar la probabilidad de pérdida auditiva.

- *Inferir la relación entre tiempo de exposición a ruido y pérdida auditiva.*

A través de la asociación entre tiempo de exposición y pérdida auditiva se cumplió con el objetivo planteado, observándose una asociación positiva significativa entre ambas variables, ya que al aumentar el tiempo de exposición

aumenta el riesgo de pérdida auditiva. Además, el modelo de regresión logística univariado permite calcular para cada rango de tiempo de exposición la probabilidad de daño auditivo asociada, variando desde 1.3% (0 - 1 año) hasta 44.3% (21 – 47 años).

- *Inferir la relación entre la edad de la persona expuesta a ruido y pérdida auditiva.*

A través de la asociación entre edad de la persona expuesta a contaminación acústica y pérdida auditiva se cumplió con el objetivo planteado, observándose una asociación positiva significativa entre ambas variables, ya que al aumentar la edad de la persona expuesta a contaminación acústica aumenta el riesgo de pérdida auditiva. Por otra parte, el modelo de regresión logística univariado permite calcular la probabilidad de pérdida auditiva para diferentes rangos de edades, variando esta probabilidad entre 1.5% (17 – 27 años) a 65.2% (55 – 70 años).

- *Inferir la relación entre nivel de exposición a contaminación acústica y pérdida auditiva.*

A través de la asociación entre nivel de contaminación acústica y pérdida auditiva se cumplió con el objetivo planteado, observándose que existe una asociación positiva significativa entre exposición a ruido (contaminación acústica) y pérdida auditiva. Por otra parte, el modelo de regresión logística univariado permite calcular la probabilidad de pérdida auditiva para diferentes niveles de contaminación acústica, variando esta probabilidad entre 65.9% (nivel de exposición moderado) a 82.2% (nivel de exposición alto)

- *Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual tiempo de exposición y diferentes edades y niveles de contaminación acústica.*

El modelo de regresión logística multivariado permitió dar cumplimiento a este objetivo, pudiendo calcular para cualquier combinación entre variables la probabilidad de pérdida auditiva asociada, lo que es fundamental para determinar el impacto de cualquier programa de vigilancia ambiental y médico.

Por ejemplo, si tenemos 2 personas que han trabajado por 8 años, la primera tiene 30 años y ha estado expuesta a 93 dBA, la otra tiene 50 años y ha estado expuesta a 98 dBA. La probabilidad de daño auditivo en el primer caso es de 11.4%, en cambio en el segundo es de 48.4%; por lo tanto, al aumentar la edad y nivel de exposición, segundo caso, y manteniendo constante el tiempo de exposición, la probabilidad de pérdida auditiva es 4.4 veces mayor en el segundo trabajador respecto del primero.

- *Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual edad y diferentes tiempos y niveles de contaminación acústica.*

El modelo de regresión logística multivariado permitió dar cumplimiento a este objetivo, pudiendo calcular para cualquier combinación entre variables la probabilidad de pérdida auditiva asociada.

Por ejemplo, si tenemos 2 personas que tienen 45 años de edad, la primera ha estado expuesta por 10 años a 93 dBA, la otra ha estado expuesta por 20 años a 98 dBA. La probabilidad de daño auditivo en el primer caso es de 19.3%, en cambio en el segundo es de 27.4%; por lo tanto, al aumentar el tiempo y nivel de exposición, segundo caso, y manteniendo constante la edad

de la persona expuesta a contaminación acústica, la probabilidad de pérdida auditiva es 1.42 veces mayor en el segundo trabajador respecto del primero.

- *Comparar las pérdidas auditivas entre personas con igual tiempo de exposición y edad pero diferentes niveles de contaminación acústica.*

El modelo de regresión logística multivariado permitió dar cumplimiento a este objetivo, pudiendo calcular para cualquier combinación entre variables la probabilidad de pérdida auditiva asociada

Por ejemplo, si tenemos 2 personas que tienen 40 años de edad y han estado expuestas a contaminación acústica durante 15 años; la primera ha estado expuesta 87 dBA y la otra ha estado expuesta a 95 dBA. La probabilidad de daño auditivo en el primer caso es de 13.1%, en cambio en el segundo es de 27.4%; por lo tanto, al aumentar nivel de contaminación acústica, segundo caso, y manteniendo constante la edad y tiempo de exposición de la persona expuesta a contaminación acústica, la probabilidad de pérdida auditiva es 2.09 veces mayor en el segundo trabajador respecto del primero.

- *Establecer el peso relativo de las variables nivel de contaminación acústica ( $NPS_{eq}$ ), tiempo de exposición y edad de la persona expuesta.*

El modelo de regresión logística univariado permitió dar cumplimiento a este objetivo, ya que al observar las razones de momios (RM) de las variables independientes, vemos que su orden de importancia es: edad, tiempo de exposición y nivel de presión sonora continuo equivalente ( $NPS_{eq}$ ).

Por otra parte, el modelo de regresión logística multivariado permite establecer que la condición de riesgo de pérdida auditiva (daño auditivo), se da a partir de la siguiente combinación de las variables estudiadas: edad  $\geq 36$  años, tiempo de exposición  $\geq 5$  años y un  $NPS_{eq} \geq 85$  dBA.

- *Conocer la distribución espacial del fenómeno analizado.*

La cartografía temática acústica permitió dar cumplimiento a este objetivo, por ejemplo, el mayor número de empresas se encuentran emplazadas en la comuna de Santiago; el sector económico industrial y comercio se desarrolla casi en todas las comunas y puede afirmarse además, que de acuerdo a los resultados que arrojó cada producto cartográfico, la distribución de las empresas en el territorio geográfico, es independiente del comportamiento propio de su actividad económica al interior de sus dependencias, respecto del daño auditivo que causa o no a sus trabajadores.

- *Proponer ideas para la gestión del control de pérdida auditiva atribuible a contaminación acústica laboral.*

A partir de la información recolectada y de su posterior análisis, se elaboró una propuesta de modelo de gestión de contaminación acústica laboral cuyo objetivo es prevenir la pérdida auditiva atribuible a ruido (figura xxx), la limitante del modelo propuesto es que está orientado a la vigilancia ambiental, no se incluyó la vigilancia médica por estar fuera del alcance de esta investigación.

Por lo tanto, se considera para este objetivo un grado de cumplimiento de un 85%.

## 8.2 Hipótesis.

*Como la contaminación acústica incide en la duración y la calidad de vida de la población se le considera una carga de enfermedad que se manifiesta en pérdida de años de vida, hecho que se puede controlar mediante marcos regulatorios de gestión de ruido ambiental, los cuales contribuyen a disminuir, mitigar y controlar los impactos generados.*

Se pudo determinar que la prevalencia de pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en la muestra estudiada es de un 15.02%, variando de acuerdo al sexo entre un 14.53% (mujer) y un 15.07% (hombre), lo que trae consigo repercusiones a nivel laboral y social, ya que dependiendo de la magnitud de la pérdida auditiva, ésta puede llegar a interferir o impedir una buena comunicación del individuo con su entorno inmediato, lo que incluso puede aislarlo socialmente, con todas las repercusiones que esto significa (pérdida de confianza, ostracismo, desmotivación, baja autoestima, frustración, malos entendidos, etc.). Además, dependiendo del grado del daño auditivo, que va desde leve a profundo, puede significarle al sujeto que la padece, en caso de un daño leve, escuchar y repetir palabras habladas en voz normal a 1 metro, por el contrario de padecer un daño profundo, no puede escuchar ni entender palabras gritadas cerca del oído.

Por otra parte la contaminación acústica, no solo afecta al órgano de la audición, sino que también produce una serie de efectos no auditivos, tales como: irritabilidad, hipertensión, desconcentración, etc. Todo lo descrito afecta su calidad de vida en todos los ámbitos, ya que su discapacidad auditiva puede limitar sus opciones laborales, además, de afectarlo en el plano personal y familiar, alterando la convivencia tanto con sus compañeros de trabajo y amigos, como con los integrantes de su núcleo familiar. Es decir, la contaminación acústica laboral provoca obstáculos a la integración social, dificultando la comunicación, de tal forma, que ésta se limita al mínimo imprescindible produciéndose un deterioro de la comunicación informal, que a su vez disminuye la calidad de vida laboral.

Se pudo verificar que existe una asociación positiva significativa entre contaminación acústica y pérdida auditiva, ya que la probabilidad de adquirir pérdida auditiva en el grupo expuesto ( $NPS_{eq} \geq 80\text{dBA}$ ) es 3,89 veces mayor que en el grupo control ( $NPS_{eq} < 80\text{ dBA}$ ). Además, se determinó que en el 74.3% de los casos la pérdida auditiva (daño auditivo), es atribuible a una exposición a contaminación acústica igual o mayor a 80 dBA. Resultados que avalan lo señalado en el párrafo anterior.

Si bien es cierto a través de la revisión bibliográfica se estableció que, en el año 2004 la pérdida de audición causada por contaminación acústica representó el 18% de todos los años de vida saludables perdidos debido a riesgos laborales, es decir, a nivel mundial se perdieron 4.320.000 años de vida saludable debido a las pérdidas auditivas inducidas por ruido; específicamente, en el caso de Chile, al encontrarse en la subregión AMRB, el mismo estudio estimó que se perdieron 165.000 años de vida saludable debido a pérdidas auditivas inducida por ruido (contaminación acústica); en nuestro estudio no fue







## **CAPÍTULO IX CONCLUSIONES**



En relación a las variables sociodemográficas, la muestra estudiada, mayoritariamente, está conformada por hombres (92.1%, 3.375 trabajadores), esto se asocia al hecho de que la mayor cantidad de las empresas pertenecen al sector productivo (59.3%), siendo solo el 20.16% del sector comercio y servicio, que es donde se concentra la mano de obra femenina; y por otra parte, a que los hombres tienen una tasa de participación mayor en la fuerza laboral de nuestro país (72.6%, MINSAL, 2006). De la bibliografía consultada observamos que, Rabinowitz y col. (2007) encontraron que el 93.6% de los trabajadores eran hombres (5.820 trabajadores) y la European Agency for Safety and Health at Work, en reporte del año 2005 señala que el 97% de los casos con pérdida auditiva atribuible a ruido informados corresponden a hombres, lo que no les sorprende ya que en los sectores industriales con altos niveles de ruido, la mano de obra, preferentemente, es masculina. Por lo tanto, podemos inferir que el comportamiento de la población laboral chilena no difiere del resto de la población mundial, en lo que respecta a la distribución, por sexo, de la fuerza laboral en ambientes contaminados por ruido.

Respecto de la edad, el 56.76% de la muestra tiene edades iguales o inferiores a 35 años y el 78.93% tiene edades inferiores o iguales a 45 años. Por lo tanto, se trata de una población trabajadora relativamente joven. Daniell y col. (2002) en estudio efectuado en trabajadores de 10 fundiciones, encontraron una edad promedio de 37 años (33 – 41 años); Dias y col. (2006) en estudio efectuado a 284 trabajadores de diferentes empresas, encontraron una edad promedio de 42.51 años, Rabinowitz y col. (2007) encontraron en la muestra estudiada una edad promedio de 40.8 años y Ribeiro y col. (2005), en estudio efectuado en trabajadores metalúrgicos encontraron que el 82.9% de ellos tenía edades inferiores o iguales a 49 años. Respecto de la variable edad, en nuestra investigación existe un comportamiento similar al demostrado en los estudios ya señalados.

Referente a la variable exposición a ruido, considerando la condición de expuesto ( $NPSeq \geq 80$  dBA) o no expuestos ( $NPSeq < 80$  dBA), el 32.38% de la muestra se considera expuesto a contaminación acústica, es decir, su nivel de exposición a ruido es mayor o igual a 80 dBA. Al hacer un análisis más detallado del nivel de contaminación acústica, el 48.55% de la muestra está expuesta a niveles de presión iguales o superiores a 85 dBA, siendo 85 dBA el límite máximo permitido legal vigente en Chile. En contraste, Landen y col., 2004, en estudio efectuado en trabajadores mineros no metálicos (grava y arena), encontraron que el 68.9% excedían los 85 dBA, y Daniell y col. (2002) encontraron que, el 89% de los trabajadores de fundiciones excedían los 85 dBA; discrepancias que están asociadas al hecho que los trabajadores en el caso de Davies y col., eran de empresa de minerales no metálicos y en el caso de Daniell y col., eran solo de fundiciones, en contraposición con los trabajadores del presente estudio quienes se desempeñan en diferentes rubros industriales, por lo que no son comparables sus niveles de contaminación acústica laboral.

En relación al tiempo de exposición a contaminación acústica, el 31.47% presenta tiempos inferiores a 5 años, el 25.40% entre 11 – 20 años y el 21.26% entre 21 – 47 años. Ribeiro y col. (2005), en estudio efectuado en trabajadores metalúrgicos encontraron que en relación a esta variable, el 48.6% de los trabajadores tenía tiempos de exposición a contaminación acústica entre 0 – 5 años, el 17.3% entre 11 – 20 años y el 17.9% más de 20 años. Las diferencias encontradas están relacionadas con el tipo de muestra estudiada, en nuestro caso multisectorial, y en el estudio de Ribeiro y col., unisectorial, y a la movilidad laboral, la que a su vez se relaciona con la especialización de la actividad que el trabajador realiza y con factores sociales (movilidad interregional) y económicas (empleabilidad).

Respecto del impacto de la contaminación acústica laboral, sobre la persona expuesta, en forma global, este estudio determinó que en Chile la prevalencia de pérdida auditiva atribuible a contaminación acústica laboral (daño auditivo) es de 15.02%, valor comparable a los encontrados por Ribeiro y col., 2005, de un 15.9% en Brasil y por Nelson y col., 2005 de un 16% a nivel mundial.

Por otra parte, se demostró una asociación positiva entre daño auditivo (pérdida auditiva) y las variables independientes nivel de contaminación acústica, edad y tiempo de exposición. No fue posible comparar los resultados obtenidos con otros estudios debido a que la metodología para el cálculo de las razones de momio (RM u OR) fueron diferentes, específicamente en el valor de referencia utilizado para su cálculo. No obstante esto, Ribeiro y col., 2005, encontraron una asociación positiva entre pérdida auditiva inducida por ruido y la edad y tiempo de exposición a ruido ocupacional (contaminación acústica laboral), lo que es coincidente con nuestros hallazgos.

Al modelar los datos con regresión logística (modelo univariado), se encontró que la probabilidad de daño auditivo aumenta considerablemente a partir de un tiempo de exposición mayor a los 5 años, por ejemplo, si una persona ha estado expuesta entre 5 y 10 años a contaminación acústica, su probabilidad de adquirir pérdida auditiva es 3.277 veces mayor respecto de una que ha estado expuesta por un tiempo inferior a 5 años. Ribeiro y col., encontró que para un tiempo de exposición entre 6 y 10 años, la probabilidad de pérdida auditiva es 4.52 veces mayor respecto de un tiempo de exposición igual o inferior a 5 años. Si bien es cierto, existen diferencias, éstas las atribuimos a que existe una pequeña diferencia entre el rango etario utilizado en ambos estudios, no obstante ambos estudios reflejan la asociación positiva entre ambas variables.

Por otra parte, una persona con una edad entre 36 y 45 años, presenta una probabilidad de pérdida auditiva 10.381 veces mayor respecto de una que tenga entre 17 y 27 años. Ribeiro y col., encontró que, para un grupo etario de 30 a 39 años, la probabilidad de pérdida auditiva es 6.00 veces mayor respecto de personas con edades inferiores o iguales a 29 años. Si bien es cierto, existen diferencias entre ambos estudios, éstas se atribuyen a que los grupos etarios considerados son diferentes, no obstante muestran la tendencia entre las variables, es decir a medida que aumenta la edad aumenta la probabilidad de pérdida auditiva.

En relación, al nivel contaminación acústica, nuestro estudio demostró que la probabilidad de pérdida auditiva por contaminación acústica aumenta a medida que aumenta el nivel de exposición, fluctuando las razones de momio entre 1.41 (80 – 84 dBA) y 6.023 (100 – 104 dBA). Davies y col., encontraron que el riesgo de pérdida auditiva varía directamente con la intensidad de la exposición, encontrando razones

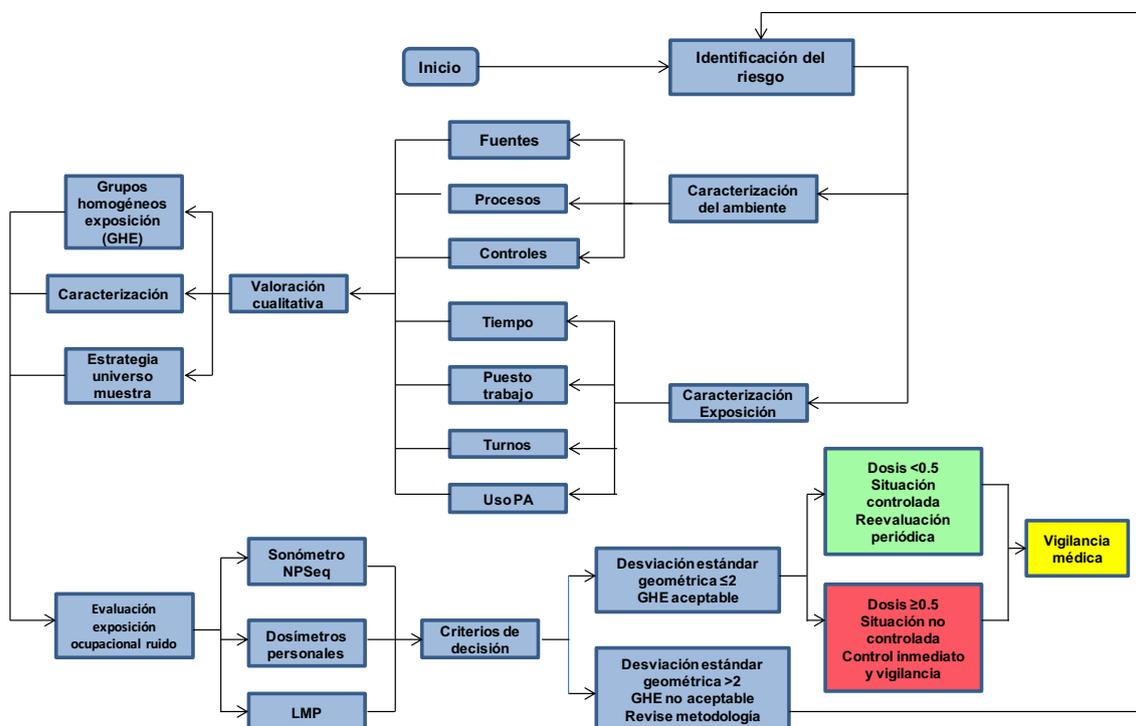
de momio que fluctuaron entre 2.1 (80 - 85 dBA) y 6.6 (>100 dBA); observándose un comportamiento similar entre ambos estudios; hay que tener en cuenta que en ambos estudios el grupo de referencia o control estuvo expuestos a un nivel de contaminación inferior a 80 dBA.

El modelo multivariado, permite determinar la probabilidad de pérdida auditiva considerando todas las variables independientes (edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica), por ejemplo, si tenemos un trabajador de 50 años que durante 30 años ha trabajado expuesto a un nivel de contaminación acústica laboral de 100 dBA, su probabilidad de pérdida auditiva es de un 70.8 %, en contraposición, el Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional (CCOHS), para la situación descrita estima que el 50% de las personas presentaría una pérdida auditiva. La diferencia presentada en ambos estudios, está dada porque en nuestro caso, se considera pérdida auditiva (daño auditivo) cuando el promedio de audición en las frecuencias de 1000, 2000, 3000, 4000 y 6000 Hz es mayor a 25 dB, en cambio en el caso canadiense, se considera que existe pérdida auditiva cuando el promedio de audición en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz es mayor a 25 dB.

La cartografía temática acústica nos permite tener un conocimiento de la distribución espacial de las empresas según su nivel de contaminación acústica laboral, actividad económica, número de empresas emplazadas en cada comuna y el efecto de la contaminación acústica laboral sobre sus trabajadores, información que es relevante para determinar el impacto de la contaminación acústica asociada a actividades industriales en la ciudad de Santiago de Chile. A nivel país, no existe un estudio de características similares, ya que los esfuerzos realizados hasta este momento han estado orientados a evaluar y analizar el ruido comunitario y/o elaborar mapas de ruido a nivel comunal o regional, en los cuales el foco principal ha sido la contaminación acústica vehicular y el impacto que ésta genera en la calidad de vida de las personas que habitan dichos lugares. A nivel mundial, si bien es cierto existen mapas de ruido que permiten evaluar el impacto de las actividades industriales en su lugar de emplazamiento, no podemos comparar los resultados obtenidos, ya que las mediciones se efectuaron al exterior de las empresas, en cambio, en nuestra investigación las mediciones son internas.

Del análisis de los resultados obtenidos en nuestra investigación, en la figura 66 proponemos un modelo de gestión de la contaminación acústica laboral, cuyo objetivo es prevenir las pérdidas auditivas atribuibles a contaminación acústica laboral, por otra parte, a partir del conocimiento de las variables ambientales y personales del trabajador expuesto, se podrá determinar la probabilidad de pérdida auditiva con y sin la(s) medida(s) adoptada(s) para el control de la exposición, pudiendo determinar el impacto de éstas.

**Figura 66: Modelo de gestión de la contaminación acústica laboral.** El modelo propuesto está orientado a obtener una evaluación de la magnitud de la exposición laboral a contaminación acústica.



Fuente: Elaboración propia, 2011.

## 9.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.

En esta investigación se ha llevado a cabo un extenso análisis del estado del arte, realizando una completa revisión bibliográfica de la literatura especializada, en lo referente a determinar la relación medio ambiente y sonido, contaminación acústica y ordenamiento territorial, así como también, el impacto que la contaminación acústica produce en la salud.

Por otra parte, esta investigación ha centrado su parte experimental en construir un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, que permita adoptar las medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional, y los impactos que ella genera. Para lograr lo anterior, en una muestra de 312 empresas y 3.654 personas se midieron los niveles de contaminación acústica laboral, se realizó una historia ocupacional y un examen audiométrico. Con los datos obtenidos y de acuerdo a la metodología propuesta se efectuó un análisis cuantitativo de toda la información recabada.

También es este capítulo se entregarán conclusiones específicas que se han derivado de la investigación realizada, separándolas en tres áreas: conclusiones científico técnicas, son las derivadas del análisis de los datos, es decir de los hechos encontrados; conclusiones aplicadas, mostrarán a través de ejemplos la aplicación de los hallazgo; conclusiones académicas, permitirán proyectar los hallazgos al mundo de la docencia e investigación y conclusiones personales.

### **9.1.1 Conclusiones científico – técnicas.**

El 58.34 % de las empresas se encuentra emplazada en la zona sur de la ciudad de Santiago de Chile. El mayor número de empresas (41 y más) se encuentra en la comuna de Santiago, siguiéndole en magnitud las comunas de San Bernardo (entre 31 y 40 empresas) y San Joaquín (entre 31 y 40 empresas). Por otra parte, no existe homogeneidad en cuanto al sector económico al que pertenecen, ya que hay comunas en las cuales sus empresas pertenecen a un solo sector económico, en cambio otras presentan una gran diversidad de sectores económicos. Las comunas que presentan una mayor diversidad de empresas por sector económico son Santiago y La Florida.

El 92.1 % de la muestra son hombres (3.365 trabajadores) y el 7.9 % son mujeres (289 trabajadoras). No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto de su distribución etaria y tiempo de exposición a contaminación acústica ( $p>0.5$ ), sin embargo, existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto del nivel de contaminación acústica ( $p<0.5$ ).

El 15.02 % de la población estudiada, independientemente del sexo, presenta pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, no existiendo diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p>0.05$ ). El daño auditivo varía significativamente respecto de la edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica ( $p<0.5$ ). Existe una asociación positiva entre daño auditivo y edad, tiempo de exposición y nivel de contaminación acústica, es decir, a medida que aumenta la magnitud de estas variables aumenta la probabilidad de pérdida auditiva.

El inicio de una condición de riesgo de pérdida auditiva, se da a partir de: una edad igual o superior a 28 años ( $RM=2.489$ ), un tiempo de exposición igual o superior a 5 años ( $RM=2.883$ ) y un nivel de contaminación acústica igual o superior a 85 dBA ( $RM=2.759$ ).

La distribución de las empresas en el territorio geográfico, es independiente del comportamiento propio de su actividad económica al interior de sus dependencias, respecto del daño auditivo que causa o no a sus trabajadores.

### **9.1.2 Conclusiones aplicadas.**

En Chile, actualmente, el marco legal vigente, Decreto Supremo 594/1999, fija un Límite Máximo Permisible de 85 dBA para una jornada laboral de 8 horas, bajo estas condiciones la probabilidad de pérdida, es 3.399 veces mayor que para un nivel de contaminación acústica menor a 80 dBA, y sería responsable del 70.7 % de los casos de pérdida auditiva, en contraposición con quienes están expuestos a un nivel de contaminación acústica entre 80 y 84 dBA, donde solo el 29.0 % de ellos presenta dicha patología. Por lo expuesto se hace necesario efectuar una revisión de los valores límites establecidos, ya que éstos se han mantenido desde el año 1978 (Decreto Supremo 199/1978).

Dado el impacto que, la contaminación acústica laboral genera en los trabajadores chilenos (15.02 % de ellos tiene pérdida auditiva), se hace necesario contar con un modelo de gestión de la contaminación acústica laboral, que permita recopilar la información clave para definir la estrategia de medición, determinar los grupos homogéneos de exposición y la magnitud de sus niveles de contaminación acústica, con el fin de recomendar las medidas de control de la exposición apropiadas

a la magnitud de la exposición; por otra parte, el modelo de regresión logística multivariado permite conocer el impacto que éstas tendrán. Sin embargo, el logro de estos objetivos debe estar enmarcado dentro de un marco regulatorio, con directrices claras y actores con responsabilidades explícitas y definido su marco de acción, para evitar dualidad de funciones, de no ser así no se logrará controlar el impacto de la contaminación acústica laboral. Los productos de esta investigación, servirán de insumo para elaborar los procesos y actividades a desarrollar en el modelo de gestión propuesto.

Se han propuestos modelos para predecir la probabilidad de pérdida auditiva, los que serán de gran utilidad para los profesionales de Salud y Seguridad Ocupacional, ya que conociendo el perfil de exposición de un trabajador (edad, tiempo de exposición y/o nivel de contaminación acústica) podrán determinar su probabilidad de pérdida auditiva. Por ejemplo, si se sabe que un trabajador de 20 años, ingresará a trabajar a una empresa en la que el nivel de contaminación acústica laboral en su puesto de trabajo es de 95 dBA, podemos estimar su probabilidad de padecer pérdida auditiva transcurrido 10 años de exposición, sin haber tomado ninguna medida de control, ésta sería de un 13.6 %, por el contrario, si la empresa tiene una cultura preventiva implementará medidas de control de la exposición, logrando disminuir el nivel de contaminación acústica a 83 dBA, por lo que bajo el mismo supuesto, la probabilidad de pérdida será de 3.3 %.

Por otra parte, desde el punto de vista del ordenamiento territorial, sería interesante conocer cómo se relaciona la situación acústica de las comunas que conforman la ciudad de Santiago de Chile, con los usos de suelo que señala el plan regulador comunal, las ordenanzas municipales, los reglamentos y leyes sobre esta materia y la percepción tanto de quienes laboran en ella, como de quienes viven en las proximidades. Para ello, es imprescindible considerar la gran diferencia espacial entre zonas rurales y urbanas.

### **9.1.3 Conclusiones académicas.**

Debido al amplio espectro de la temática estudiada, esta investigación pretende servir de documento de referencia, para las carreras de la salud (medicina, tecnología médica, fonoaudiología, etc.) y del área técnica (ingeniería en prevención de riesgos, ingeniería acústica, cartografía, ingeniería ambiental, etc.). Por otra parte, el marco teórico desarrollado permitirá elaborar apuntes de apoyo a la docencia, por ejemplo, dar a conocer el análisis histórico de los orígenes de la acústica, la contaminación acústica y su impacto en salud, la relación hombre y sonido, entre otros.

Actualmente, se encuentra en elaboración el documento de apoyo a la docencia denominado *contaminación acústica y su impacto en salud*, que servirá de guía de aprendizaje para los alumnos de la Escuela de Tecnología Médica, mención otorrinolaringología, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Así como también, será un documento de lectura obligatoria para los alumnos del Magíster en Salud Pública mención Salud Ocupacional, dictado por la Escuela de Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

### **9.1.4 Conclusiones personales**

La investigación realizada, me permitió dar respuesta a una inquietud que tenía desde hace muchos años, respecto de determinar el peso relativo de las variables que influyen en la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, si bien es cierto

existían algunos estudios al respecto, éstos no eran extrapolables a la realidad Chilena, ya que existen diferencias respecto de los valores límites y de la definición de daño auditivo, lo que limitaba el uso de ellos.

Además, el haber establecido un modelo univariado y multivariado que permite predecir la probabilidad de pérdida auditiva a partir de una variable independiente (nivel de presión sonora continuo equivalente, edad o tiempo de exposición) o de la combinación de variables independientes (nivel de presión sonora continuo equivalente, edad y tiempo de exposición), será un gran aporte para el país y sus trabajadores, lo que desde el punto de vista profesional y personal es un logro.

Por otra parte, esta investigación me permitió relacionar la salud ocupacional con áreas, que antes de este programa de doctorado no las percibía interrelacionadas, específicamente que la interacción sonido – hombre - espacio, si bien es cierto evidencia el desarrollo tecnológico experimentado, lo cual ha llevado a la destrucción de los hábitats naturales y de los hábitats propios del hombre que son los espacios urbanos.

## 9.2 Bibliografía específica.

- Daniell, W; Swan, S.; McDaniel, M.; Stebbins, J.; Seixas, N. and Morgan, M. 2002. Noise Exposure and Hearing Conservation Practices in an Industry with High Incidence of Workers' Compensation Claims for Hearing Loss. *American journal of industrial medicine*, 42: 309-317, 2002.
- Dias, A; Cordeiro, R.; Corrente, J. y Giglio de Oliveira Gonçalves, C. 2006. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 22(1):63-68, jan, 2006.
- European Agency for Safety and Health at Work. 2005. Reducing the risks from occupational noise.
- Nelson, D.; Nelson, R.; Concha, M. and Fingerhut, M. 2005. Global Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss. *American Journal of Industrial Medicine*, 48:446–458 (2005).
- Landen, D.; Wilkins, S.; Stephenson, M. and Linda McWilliams, L. 2004. Noise Exposure and Hearing Loss among Sand and Gravel Miners. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1: 532–541.
- Rabinowitz, P.; Galusha, D.; Dixon-Ernst, C.; Slade, M. y Cullen, M. 2007. Do ambient noise exposure levels predict hearing loss in a modern industrial cohort?. *Occup Environ Med* 2007; 64:53–59. doi: 10.1136/oem.2005.025924.
- [www.ccohs.ca](http://www.ccohs.ca)



**ANEXO**  
**LEGISLACIÓN AMBIENTAL PARA EL RUIDO**



A pesar de que las medidas de reducción de la contaminación acústica, en algunas oportunidades se efectúan sin mediar una exigencia externa de mejorar las condiciones de calidad de vida, por lo general, se realizan debido a exigencias legales.

Por otra parte, el causante de contaminación acústica, le resulta económicamente más ventajoso contaminar hasta verse obligado a detener el proceso productivo o tomar las medidas de control que le permitan reducir sus emisiones sonoras.

Las leyes de control de las emisiones sonoras, no se limitan tan solo al ámbito laboral, es así como el uso de sonido amplificado con fines comerciales, en algunos países, está sujeto a cumplir con determinadas regulaciones, así como las actividades personales no lucrativas, por ejemplo, el funcionamiento de aparatos de audio y televisión durante la noche.

Por lo tanto, podemos afirmar que el control de la contaminación acústica se ha convertido en gran medida en una cuestión legal. Es así, como la autoridad gubernamental, debe establecer los niveles de contaminación acústica permitidos, y en la mayoría de los casos debe utilizar los mecanismos jurídicos para imponer su cumplimiento.

A continuación se abordará en forma separada la legislación aplicable a ruido ambiental y laboral, dado que su alcance y objetivos son diferentes, la primera se centra fundamentalmente en evitar los efectos no auditivos originados por contaminación acústica, y la segunda tiene como foco de atención prevenir al máximo el riesgo de sordera profesional.

## **10.1 Legislación y normativa relativa a la exposición al ruido en el lugar de trabajo.**

### **10.1.1 Legislación a nivel europeo.**

La legislación en materia de ruido en el lugar de trabajo no surge en la Unión Europea hasta 1980, con la aprobación de la Directiva 80/1107/CEE del Consejo, de 27 de noviembre de 1980, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo. Esta directiva, aún siendo muy genérica, incluía en sus artículos 3 y 4 la posibilidad futura de fijar valores límite para el caso del ruido (DO, 1980). La Directiva 80/1107/CEE tuvo sus antecedentes en un programa de acción de la comunidad europea en materia de seguridad y de salud en el lugar de trabajo, donde se preveía la puesta en práctica de procedimientos armonizados para la protección de los trabajadores expuestos a ruido en Europa (DO, 1978).

El 12 de mayo de 1986 se dicta la Directiva 86/188/CEE del Consejo, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo, siendo la primera normativa a nivel europeo en establecer magnitudes e índices de valoración del ruido laboral y en fijar los límites máximos a los que puede estar expuesto un trabajador, y las medidas a adoptar en cada caso, de forma armonizada para todos los países miembros (DO, 1986). Esta puede englobarse dentro de las directivas de inmisión (López, G., 1992).

La variable ruido se fue incorporando paulatinamente al resto de la política de la Unión Europea, incluyéndose en legislaciones sectoriales, como fue el caso de la "Directiva máquinas" 89/392/CEE (DO, 1989b), posteriormente actualizada por la Directiva 98/37/CE relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas (DO, 1998). Estas directivas, elaboradas según el denominado "nuevo enfoque", pueden denominarse directivas de emisión, tratando sobre los requisitos esenciales de seguridad e higiene que debe cumplir la fabricación y comercialización de las máquinas y los componentes de seguridad. El Comité Europeo de Normalización (CEN), posteriormente se encarga de redactar las normas donde se especifican dichos requisitos. Esta directiva establece los siguientes principios respecto a ruido:

- El ruido es una parte integral de la seguridad de las máquinas.
- La máquina estará diseñada y fabricada para que los riesgos, que resulten de la emisión del ruido aéreo producido, se reduzcan al nivel más bajo posible teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, especialmente en su fuente.
- El fabricante proporcionará un manual de instrucciones donde se detallarán indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina, nivel de presión sonora, nivel de pico, nivel de potencia acústica, condiciones de funcionamiento, etc.

La Directiva 86/188/CEE ha sido revisada a lo largo de todo su período de vigencia, como consecuencia de esta revisión legislativa, nació la segunda directiva relativa al ruido laboral, la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (DO, 2003). Se trata de la decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (DO, 1989a).

Existe otra importante Directiva relacionada con la protección de los trabajadores ante los riesgos, donde se detallan las condiciones y criterios para la selección, uso y mantenimiento de los protectores auditivos. Esta es la Directiva 89/656/CEE del Consejo de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual (DO, 1989c).

- **Legislación Española.**

Según se indica en el artículo 149 de la Constitución Española (BOE, 1978a), las competencias legislativas en materia laboral residen con carácter exclusivo en el Estado, aunque las Comunidades Autónomas, mediante desarrollo de sus estatutos de autonomía pueden adquirir competencias en materia laboral.

La Constitución Española es la primera Ley del sistema constitucional vigente en abordar la temática de prevención de riesgos laborales, PRL, con carácter general. En su artículo 40, en el apartado 2 indica que "los poderes públicos... velarán por la seguridad e higiene en el trabajo y garantizarán el descanso necesario, mediante la limitación de la jornada laboral, las vacaciones periódicas retribuidas y la promoción de centros adecuados". En el artículo 43, se reconoce el derecho a la protección de la salud y se indica que las competencias en materia de tutela de la salud pública competen a los poderes públicos. Éstos deben organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios (BOE, 1978a).

El marco legal a partir del cual se fijan las normas reglamentarias y se concretan los aspectos más técnicos de las medidas preventivas lo constituye la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (BOE, 1995). La Ley 31/1995 nace como resultado de la transposición de la Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo y a la ratificación del Convenio 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, de la Organización internacional del Trabajo (OIT). La ley de Prevención de Riesgos Laborales es un marco de referencia genérico, que no establece metodologías, ni límites para la evaluación de los diferentes riesgos. En esta ley se establecen los objetivos a cumplir, las políticas a desarrollar, se definen los conceptos básicos de PRL y se establecen los derechos, obligaciones y responsabilidades de los distintos actores. En un posterior desarrollo de la Ley de PRL, concretamente en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la ley sobre infracciones y sanciones en el orden social, se hace mención a la necesidad de registrar los niveles de exposición a agentes físicos, químicos y biológicos, y a crear listas de trabajadores expuestos y expedientes médicos (BOE, 2000).

La forma de registrar cada uno de estos niveles se detalla en diferentes disposiciones específicas. En lo relativo al ruido en el puesto de trabajo, el primer antecedente legislativo lo constituye la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1971. Este texto legislativo incluyó el primer valor límite de ruido, por encima del cual existía la obligación de adoptar diferentes medidas para reducir la exposición de los trabajadores. En el artículo 31 se dice que "A partir de los 80 decibelios, y siempre que no se logre la disminución del nivel sonoro por otros procedimientos, se emplearán obligatoriamente dispositivos de protección personal tales como tapones, cascos, etc., y a partir de los 110 decibelios se extremará tal protección para evitar totalmente las sensaciones dolorosas o graves" (BOE 1971a). Se echa en falta en esta ordenanza una mención al indicador utilizado para valorar el nivel de ruido, así como con qué ponderación debía hacerse. Esta disposición estuvo vigente durante 18 años, desde 1971 hasta 1989.

También en 1971 se aprobó el Decreto 792/1971, de 13 de abril, por el que se organiza el aseguramiento de las enfermedades profesionales y la obra de grandes

inválidos y huérfanos de fallecidos por accidentes de trabajo o enfermedad profesional (BOE, 1971b), en cuyo anexo se establecía el cuadro de enfermedades profesionales y la lista de trabajos con riesgo de producirlas.

Otro de los antecedentes de la actual legislación sobre ruido en el puesto de trabajo lo forma la ratificación del Convenio C148 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, por parte del Estado Español en 1980 (OIT,1977a). En este convenio se hace mención a los conceptos de prevención, protección, eliminación del riesgo en origen, vigilancia de la salud y formación e información. No se establecen niveles ni criterios, pero se sientan las bases para que los estados que ratifiquen el convenio desarrollen legislación al respecto.

En 1978 se modificó en Decreto 792/1971 mediante el Real Decreto 1995/1978, de 12 de mayo, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la seguridad social (BOE, 1978b). En este Real Decreto se incluye una lista de enfermedades profesionales con las relaciones de las principales actividades capaces de producirlas. Dentro del apartado de enfermedades profesionales producidas por agentes físicos se encuentra la "hipoacusia o sordera provocada por el ruido" producida principalmente por aquellos "trabajos que se expongan a ruidos continuos de nivel sonoro equivalente o superior a 80 decibelios A, durante ocho horas diarias o cuarenta horas semanales y especialmente:

- Trabajos de calderería.
- Trabajos de estampado, embutido, remachado y martillado de metales.
- Trabajos en telares de lanzadera batiente.
- Trabajos de control y puesta a punto de motores de aviación, reactores o de pistón.
- Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.
- Trabajos en salas de máquinas de navíos.
- Tráfico aéreo (personal de tierra, mecánicos y personal de navegación, de aviones a reacción, etc.).
- Talado y corte de árboles con sierras portátiles.
- Salas de recreación (discotecas, etc.).
- Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.
- Motores diesel, en particular en las dragas y los vehículos de transporte de ruta, ferroviarios y marítimos."

El Real Decreto 1995/1978 fue derogado mediante el Real Decreto 1299/2006 de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el Sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Este decreto viene a modificar el sistema de notificación y registro con el fin de "hacer aflorar enfermedades profesionales ocultas y evitar la infra declaración de tales enfermedades". (BOE, 2006b). En el preámbulo justifica su necesidad para modificar "las deficiencias... producidas por un procedimiento que se ha demostrado ineficiente" (BOE, 2006b), procedimiento que se ha mantenido en vigor durante 28 años. El nuevo R.D 1299/2006 realiza dos importantes aportes: por una parte, viene a modificar el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y por otro lado prevé un futuro modelo de parte de enfermedad profesional, así como el procedimiento de tramitación y los métodos a seguir para realizarlo.

El RD 1299/2006 actualiza la lista de trabajos que pueden producir hipoacusia, incluyendo los mismos que en el RD 1995/1978 y añadiendo 8 nuevos, éstos son:

- Recolección de basura doméstica.
- Instalación y pruebas de equipos de amplificación de sonido.
- Empleo de vibradores en la construcción.
- Trabajo en imprenta rotativa en la industria gráfica.
- Molienda de caucho, de plástico y la inyección de esos materiales para moldeo.
- Manejo de maquinaria de transformación de la madera, sierras circulares, de cinta, cepilladoras, tupies, fresas.
- Molienda de piedras y minerales.
- Expolio y destrucción de municiones y explosivos.

El objetivo de diseñar un nuevo parte de enfermedad profesional es que la Unión Europea, a través de sus estados miembros y de la agencia Eurostat, realice estadísticas coherentes y comparables entre las diferentes regiones. El nuevo parte de enfermedad profesional se define en la ORDENTAS/1/2007 de 2 de enero, por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales. (BOE, 2007). A partir de la fecha de entrada en vigor de esta orden, todas las declaraciones de enfermedades profesionales se deberán realizar mediante una aplicación informática denominada CEPROSS (Comunicación de Enfermedades Profesionales, Seguridad Social). Los datos contenidos en el parte de enfermedad profesional son los relativos a los datos personales del trabajador, los datos de la empresa, datos médicos, datos económicos de la situación de incapacidad temporal y datos relativos a la enfermedad profesional.

A raíz de la ratificación del Convenio C148 y como consecuencia de la aprobación en la Unión Europea de la primera Directiva sobre ruido laboral (Directiva 86/188/CEE) (DO, 1986), surgió en España el primer texto legislativo en tratar el ruido en el puesto de trabajo de forma exclusiva, el ya derogado Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (BOE, 1989).

Este Real Decreto, vigente durante 17 años, supuso un punto de inflexión en lo relativo a las políticas preventivas. El Real Decreto 1316/1989 tenía por objeto la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido durante el trabajo, y particularmente para la audición.

El objetivo principal en cuanto a la reducción de riesgos se centró en reducir al nivel más bajo técnica y razonablemente posible, los riesgos derivados de la exposición al ruido.

En primer lugar se especificaba la necesidad de evaluar la exposición de los trabajadores al ruido con el objeto de determinar si se superan los límites fijados. Las evaluaciones se clasificaron en tres tipologías diferentes, una evaluación inicial de todos los puestos de trabajo, una segunda tipología aplicable a cada nuevo puesto de trabajo creado, y un tercer tipo de evaluaciones periódicas, con una frecuencia distinta en función del nivel registrado en cada puesto de trabajo.

Los índices utilizados para valorar el nivel de ruido en cada puesto de trabajo fueron el Nivel diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) y el Nivel de Pico, que en este Real Decreto se asimilaba con el nivel máximo ( $L_{Max}$ ).

Se fijaron tres límites para valorar la exposición al ruido por parte de los trabajadores. El límite más permisible se fijó en un  $L_{Aeq,d}$  superior a 80 dBA, un segundo límite se situó en la superación de 85 dBA y el tercer límite es la superación de un  $L_{Aeq,d}$  de 90 dBA y/o un  $L_{Max}$  superior a 140 dB. En el caso de superar alguno de estos límites, se debían de adoptar una serie de medidas, según el caso.

En el caso de superar un  $L_{Aeq,d}$  de 80 dBA, existía la obligación de proporcionar a cada trabajador una información y formación sobre la evaluación de su exposición al ruido y los riesgos potenciales para su audición, las medidas preventivas adoptadas, la utilización de los protectores auditivos, los resultados del control médico de su audición. Igualmente era obligatoria la realización de un control médico inicial de la función auditiva de los trabajadores y controles periódicos cada cinco años.

En el caso de superar un  $L_{Aeq,d}$  de 85 dBA, se tenían que adoptar las mismas medidas preventivas que en el caso de superar 80 dBA, y además se debía controlar la función auditiva de los trabajadores con carácter trianual y existía la obligación de suministrar protectores auditivos a todos los trabajadores expuestos.

El tercer supuesto era la superación de un  $L_{Aeq,d}$  de 90 dBA y/o un  $L_{Max}$  (nivel de pico según el R.D. 1316/1989) de 140 dB. En este caso, se debían adoptar las mismas acciones preventivas que en el primer supuesto, y como medidas de protección adicional se debía iniciar un programa de medidas técnicas destinado a disminuir la generación o la propagación del ruido, se debía informar a los trabajadores sobre esta situación, el control de la salud auditiva de los trabajadores se debía realizar anualmente, el uso de protectores auditivos pasaba a ser obligatorio y se imponía una obligación de delimitar las áreas con niveles superiores a los descritos y de restringir el acceso a las mismas.

En el R.D. 1316/1989 también se establecían las obligaciones de empleados y empleadores, las características de los protectores auditivos, así como los descriptores de ruido a utilizar para la valoración de la exposición sonora, los procedimientos de medición de ruido y los procedimientos de control de la función auditiva de los trabajadores.

En el año 1999 se aprobó el Real Decreto 1971/1999, de 23 de diciembre, de procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía (BOE, 1999a). Su capítulo 13 está dedicado a establecer criterios de valoración de las discapacidades provocadas por pérdida de audición. Este Real Decreto es de vital importancia, ya que define legalmente qué se entiende por pérdida de audición.

El Real Decreto 1971/1999 no especifica los protocolos a seguir para valorar las pérdidas de audición. Los métodos para la valoración de las pérdidas auditivas se detallan en el Protocolo de Vigilancia Sanitaria Especifica sobre Ruido publicado en el año 2000 por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud perteneciente a la Comisión de Salud Pública (CSP, 2000). Este documento, aunque no tiene carácter legislativo, sí proporciona una guía de actuación para la vigilancia sanitaria específica de los trabajadores expuestos a ruido. En él se especifica que la detección del umbral

auditivo deberá hacerse mediante audiometría liminar tonal por vía aérea y a su vez obtener el porcentaje de discapacidad a aplicar si fuese pertinente.

El Real Decreto 1316/1989 ha sido sustituido en 2006 por el Real Decreto 286/2006, de 10 marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE, 2006a). Este documento establece una serie de disposiciones mínimas que tienen como objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, haciendo hincapié en los riesgos para la audición. Incide en las medidas encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición al ruido se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible.

Los índices utilizados para valorar el nivel de ruido en cada puesto de trabajo son el Nivel de exposición diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) y el Nivel de Pico ( $L_{pico}$ ),

Los límites del antiguo Real Decreto 1316/1989 han sido modificados en esta nueva disposición, tanto en su valor, como en la metodología de cálculo y medida y en su denominación, quedando de la siguiente forma:

- Valores límite de exposición (VLE):

$$L_{Aeq,d} = 87 \text{ dBA y } L_{pico} = 140 \text{ dBC.}$$

- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción (VSE):

$$L_{Aeq,d} = 85 \text{ dBA y } L_{pico} = 137 \text{ dBC.}$$

- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción(VIE):

$$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dBA y } L_{pico} = 135 \text{ dBC.}$$

Los parámetros de medida se determinan de la misma forma que en la anterior disposición, pero la comparación con los valores límite ha variado de forma considerable. A la hora de comparar los resultados de las medidas con los valores de exposición hay que diferenciar si se supera el valor límite de exposición o no. Para hacer esta comparación habrá de tenerse en cuenta la atenuación que proporcionan los protectores auditivos. Además de esto, existen numerosas y sutiles diferencias con respecto a su antecesora.

Al igual que en su disposición precursora, se hace mención a la eliminación de riesgos en origen, pero en el nuevo texto se enumeran una serie acciones para reducir el riesgo de exposición al ruido, estas son:

- Métodos de trabajo que pueden reducir la necesidad de exponerse al ruido.
- Elección de equipos de trabajo que generen el menor nivel posible de ruido.
- Concepción y disposición de lugares y puestos de trabajo teniendo en cuenta la variable ruido.
- Información y formación de trabajadores sobre la correcta utilización de equipos de trabajo.
- Reducción técnica del ruido aéreo y ruido transmitido.
- Programas de mantenimiento de equipos de trabajo.

- Reducción del ruido mediante la organización del trabajo limitando la duración de la exposición y ordenando adecuadamente el tiempo de trabajo.

El nuevo Real Decreto 286/2006 permite realizar evaluaciones y mediciones mediante métodos de muestreo. Otra de las novedades es que especifica la calificación que debe tener el personal que ha de realizar las evaluaciones y mediciones, especificando que los técnicos deben ser técnicos en prevención de riesgos laborales de nivel intermedio o superior.

Otras de las novedades es la referencia que realiza a la toma en consideración de todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo. Por otra parte, incluye la necesidad de valorar si existe una prolongación de la exposición al ruido después del horario laboral por responsabilidad del empresario.

El principal cambio con respecto al Real Decreto 1316/1989 es la limitación de la exposición, ya que se establece que en ningún caso la exposición de un trabajador debe superar los valores límite de exposición ( $L_{Aeq,d} = 87$  dBA y  $L_{pico} = 140$  dBC).

El contenido de la formación a recibir por parte de los trabajadores expuestos a niveles superiores a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción ( $L_{Aeq,d} = 80$  dBA y  $L_{pico} = 135$  dBC), detallando que se debe informar y formar sobre: la naturaleza de los riesgos; las medidas tomadas con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido; los resultados obtenidos en las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales; el uso y mantenimiento correcto de los protectores auditivos; la forma de detección de lesiones auditivas; bajo qué condiciones un trabajador tiene derecho a una vigilancia de su salud auditiva y las prácticas de trabajo seguras.

El nuevo Real Decreto incluye la necesidad de elaboración de una guía técnica y atribuye al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la responsabilidad de elaborarla y mantenerla.

A diferencia del anterior Real Decreto, en el RD 286/2006 se incluyen menciones a la incertidumbre de medida, indicando que "cuando uno de los límites o niveles...se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse: a) por suponer que se supera dicho límite, o b) por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición) hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente".

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, con la aprobación del nuevo Real Decreto 286/2006 se ha producido una modificación en los límites de exposición, pero lo más relevante radica en que para poder verificar si se superan o no dichos límites, es necesario la realización de estudios más detallados que los definidos en la anterior legislación, puesto que habrá de tenerse en cuenta la exposición real del trabajador, tomando en consideración la atenuación proporcionada por la protección auditiva utilizada por cada trabajador.

Esto implica que no solo se han de realizar medidas de ruido de forma directa, sino que también habrán de realizarse cálculos, y será necesaria la utilización, no solo de sonómetros integradores promediadores y medidores personales de exposición

sonora, sino también, en ocasiones, habrán de utilizarse analizadores de espectro sonoro, con el fin de realizar una correcta evaluación de la exposición real del trabajador al ruido.

Otra de las novedades que plantea el RD 286/2006 tiene relación, además de con el equipamiento a utilizar para la realización de las medidas, con el nuevo escenario que se prevé a la entrada en vigor de la futura Orden Ministerial por la que se regula el control metrológico del estado sobre instrumentos de medida de sonido audible.

Existen otros documentos, que aunque no tengan carácter legislativo si tienen cierto carácter de oficialidad. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo publica una serie de Normas Técnicas de Prevención (NTP), que vienen a unificar criterios que no se encuentran suficientemente desarrollados en los anexos de los diferentes textos legislativos.

Las normas técnicas de prevención sirven de guías técnicas con las que llevar a cabo las acciones no suficientemente definidas en los documentos legislativos.

Las Normas Técnicas de Prevención que existen actualmente en relación con el ruido en el trabajo se enumeran en la tabla 61.

**Tabla 61: Normas técnica de prevención con relación al ruido en el puesto de trabajo.** Cada una de las normas técnicas elaboradas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo tiene un objetivo y alcance específico.

NTP	TÍTULO
NTP-270	Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
NTP-284	Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea.
NTP-285	Audiometría tonal liminar: vía ósea y enmascaramiento.
NTP-287	Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.
NTP-366	Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad
NTP-503	Confort acústico: el ruido en oficinas
NTP-638	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.

Fuente: <http://www.mtas.es/inhst/>

A modo de ejemplo podemos señalar que:

- En la NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos, se especifican las metodologías a seguir para evaluar la exposición al ruido en el puesto de trabajo (INST, 1991). Esta Norma Técnica de Prevención se redactó para servir como guía técnica del Real Decreto 1316/1986. A la espera de la redacción de la nueva guía técnica para el Real decreto 286/2006, esta NTP 270 sigue en vigor.
- La NTP 270 especifica la necesidad de llevar a cabo un estudio previo en el que se identifiquen los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados y se localicen las fuentes generadoras de ruido, estimando los puestos de trabajo afectados por éstas. Por otro lado, propone dos métodos de medida, el primero de ellos, denominado método directo, con el que se deberá cubrir la totalidad del intervalo del tiempo considerado, y un método de muestreo. Para este último se indica un método de cálculo de la incertidumbre asociada en función del número de muestras.

### 10.1.2 Legislación en Estados Unidos de América.

La actividad legislativa en materia de ruido laboral en USA comenzó alrededor de 1955 en el ámbito militar, estableciendo una normativa para los miembros de sus fuerzas armadas (U.S. Air Force, 1956).

Hasta 15 años después, en 1970, no se fundaron en USA las administraciones competentes en materia de seguridad y salud laboral: Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). El primer documento a nivel nacional sobre ruido laboral, fue publicado por el NIOSH en 1972. Este documento tuvo por título "Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Noise in 1972" (NIOSH, 1972). El primer criterio de exposición recomendado fue de 85 dBA evaluado como nivel sonoro medio con ponderación temporal para 8 horas (8-hr TWA).

La OSHA en 1981, adoptó como límite de exposición permisible un valor de 90 dBA (8-hr TWA), con una tasa de intercambio de 5 dB, y posteriormente en 1983 la OSHA corrigió su norma de ruido rebajando el límite a 85 dBA. El nuevo límite no incluyó a todos los sectores industriales, por ejemplo excluyó a los trabajadores pertenecientes al sector transporte, trabajadores de plataformas petrolíferas y de gas, agricultura, construcción y minería. La industria de la construcción se incluyó en otra norma de la OSHA, la 29 CFR 1926.52, (OSHA, 1983).

La industria minera se encuentra regulada por la norma 30 CFR PART 62 - Occupational Noise Exposure, elaborada por la Mine Safety and Health Administration, MSHA, (MSHA, 1999).

Estas normas varían en los requerimientos específicos, en lo relativo a la forma de monitorizar la exposición de los trabajadores y con respecto a los programas de conservación de la audición. Los niveles límite tratados anteriormente son aplicables solamente a tipos de ruido continuo. Para ruidos impulsivos, el límite que no se debe superar en ningún momento es de 140 dB de nivel de presión sonora.

En la tabla 62 se realiza una comparación entre las principales reglamentaciones y recomendaciones sobre ruido laboral existentes en Estados Unidos, para la industria en general (OSHA, 29 CFR 1926.52), para el sector minero (MSHA, 30 CFR PART 62) y la recomendaciones realizadas por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH Pub. No. 98-126) (NIOSH 1998). Para tratar los requisitos legales de los que se considera pérdida auditiva, se utiliza la norma 29 CFR 1904 - Recording and Reporting Occupational Injuries and Illness, de la OSHA.

**Tabla 62: Comparación entre reglamentaciones y recomendaciones sobre ruido laboral en Estados Unidos.** Permite una comparación rápida entre los marcos legales vigente, detectando sus semejanzas y diferencias más relevantes

Asunto	Descripción y definición	OSHA 29 CFR 1910.95	MSHA 30 CFR Part 62	NIOSH Pub. N° 98-126
<b>Nivel de acción (NA)</b>	El tiempo de exposición promedio ponderado (TWA) que requiere la inclusión en programas, pruebas de audición, formación y protección auditiva adicional.	85 dBA. Se supera el NA cuando el TWA $\geq$ 85 dBA, integrando todos los sonidos entre 80 y 130 dBA	Similar a OSHA. Se integran todos los sonidos entre 80 y al menos 130 dBA	No aplica. Tiene un límite de exposición recomendado (REL), para la prevención de pérdida auditiva, de ruido y EPI.

<b>Límite de Exposición Permissible (PEL)</b>	Cuando se supera el TWA se requieren medidas de ingeniería viable y controles administrativos OSHA o MSHA y obligación de uso de EPI	PEL =90 dBA TWA. El límite de exposición se supera si TWA>90 dBA, integrando todos los sonidos de entre 90 y 140 dBA	Similar a OSHA. Se integran todos los sonidos entre 90 y al menos 140 dB	REL = 85 dBA TWA. El REL se supera cuando TWA ≥ 85 dBA integrando todos los sonidos de 80 a 140 dBA
<b>Tasa de intercambio</b>	Es la tasa a la que la exposición se acumula, el cambio en dB de TWA para dividir /doblar el tiempo permisible de exposición.	5 dB	5 dB	3 dB
<b>Nivel límite</b>	Es el límite sonoro por encima del cual los trabajadores no deben exponerse	No exp. > 115 dBA: generalmente se interpreta como "exposiciones sin protección"	Cualquier exposición con o sin protección > 115 dBA.	Cualquier exposición con o sin protección a niveles continuos, variables, intermitentes o impulsivos > 140 dBA.
<b>Ruido impulsivo</b>	Ruido con una subida brusca y una rápida caída de nivel, ≤1 seg. de duración, y si se repite, ocurre a intervalos > 1 seg.	Se integra con el resto de los niveles, pero no puede superar los 140 dB de pico SPL..	Se integra con el resto de medidas y todos los demás ruidos.	Se integra con el resto de los niveles, pero no puede superar los 140 dB.
<b>Seguimiento</b>	Valoración de la exposición sonora	Una vez determinado el riesgo y la inclusión en Programas de conservación de la audición	El empresario minero deberá establecer el sistema de evaluación de la exposición de cada minero para determinar el cumplimiento de la norma.	Cada 2 años si se produce una exposición TWA ≥85
<b>Control de ruido</b>	Investigación e implementación de medidas viables de ingeniería y medidas de control administrativo	Requeridos controles viables cuando TWA> 90 dBA: Posterior conformidad con el documento permiten comprobar la efectividad de los programas de conservación de la audición en lugar de ingeniería cuando TWA< 100 dBA	Requeridos controles de Ingeniería viable y administrativos para TWA > 90 dBA. Los controles administrativos deben entregarse a los mineros por escrito y por carta.	Controles viables a partir de 85 dBA TWA Los controles administrativos no deben exponer a más trabajadores al ruido.
<b>Protección auditiva</b>	Requisitos de la exposición y condiciones para el uso de los dispositivos de protección auditiva EPI	Opcional para TWA> 85 dBA. Obligatorio para TWA > 90 dB A . y para TWA > 85 dBA en trabajadores con cambios en el umbral auditivo. Las opciones deben incluir varios HPD. Se interpreta por lo menos un tipo de orejera y otro de tapón.	Igual OSHA, que pero las opciones deben incluir 2 orejeras y 2 tapones. Se requiere doble protección auditiva (tapones y orejeras para exposiciones TWA> 105 dBA	Obligatorio para TWA >85 dBA. Los protectores deben proteger hasta 85 dBA. Doble protección recomendada para exposiciones > 100 dBA TWA.
<b>Evaluación de la efectividad de la protección auditiva</b>	Método para determinar idoneidad de los protectores.	Uso de protectores etiquetados NRRs para determinar idoneidad, Estipula disminuir un 50% la	No se incluye ningún método en la norma. El preámbulo de la norma indica que la guía de conformidad	El etiquetado de protectores debe rebajarse un 25% para orejeras, un 50% para tapones de

		atenuación para los protectores para comparar su eficacia relativa.	seguirá procedimientos sugeridos.	espuma y un 70% para otros tapones a no ser que los datos estén disponibles según el método B de la ANSI S12.6.1997
<b>Supervisor de la prueba audiométrica</b>	Persona que es responsable de realizar la prueba audiométrica, de revisar los audiogramas.	Licenciado o titulado en Audiología, Otorrinolaringología o Médico	Licenciado o titulado En Audiología o Médico.	Audiólogo o Médico
<b>Audiometrista</b>	Persona que realiza la prueba audiométrica y revisa de forma rutinaria los audiogramas bajo supervisión profesional.	Responsable de la supervisión. Certificado CAOHC,	Debe estar bajo dirección del supervisor. Certificado CAOHC o equivalente.	Debe estar bajo dirección del supervisor. Certificado CAOHC o equivalente
<b>Audiometría</b>	Test auditivo, iniciales y sucesivos utilizados para valorar la eficacia de las medidas de conservación auditiva.	Anualmente para todo trabajador expuesto $\geq 85$ dBA TWA Audiograma de base cada 6 meses de exposición, 12 meses si se usa audiómetros portátiles.	Igual que OSHA, pero da la opción de realizar o no el audiograma a criterio del minero.	Anualmente para todo trabajador expuesto $\geq 85$ dBA TWA Repetición del audiograma de base a los 30 días de exposición. Para trabajadores expuestos a $> 100$ dBA TWA. 2 audiometrías anuales.
<b>Período previo reservado para audiograma de base.</b>	Período de no exposición a ruido en el trabajo previo al audiograma de base.	14 hr. Utilización de protectores auditivos como alternativa.	Igual a OSHA.	Ninguna exposición a ruido $\geq 85$ dBA en las 12 hr anteriores. No se pueden utilizar protectores, auditivos como alternativa.
<b>Ruido de fondo</b>	Ruido permitido dentro de la cabina audiométrica durante la prueba.	40 dB :500 y 1000 Hz 41 dB : 2.000 Hz 57 dB :4.000 Hz 62 dB : 8.000 Hz	De acuerdo a los procedimientos científicos validados.	ANSI 53.1-1999; 19 dB más restrictiva que OSHA a 500 Hz y de 13 a 25 dB a otras frecuencias.
<b>Revisión del audiograma y notificación al trabajador</b>	Acciones requeridas después del audiograma.	No especificado a menos que se detecten cambios en el umbral auditivo	Los audiogramas deben ser repasados dentro de 30 días y enviar por escrito al minero en un plazo de 10 días.	No especificado a menos que se detecten cambios en el umbral
<b>Cambio estándar del umbral (OSHA/MSHA). Cambio significativo del umbral (NIOSH).</b>	Cambio en el umbral de audición comparado con el audiograma de base que requiere una acción de seguimiento.	Variación media $\geq 10$ dB en los niveles auditivos a 2.000 – 3.000 y 4.000 Hz	Igual a OSHA	Variación $\geq 15$ dB para el peor audiograma base para cualquier frecuencia en cada oído, confirmado mediante un seguimiento para el mismo oído y frecuencia
<b>Pruebas sucesivas de Cambio del umbral</b>	Audiograma recordatorio permitido o requerido cuando se detecta un cambio inicial del umbral.	Repetición del audiograma a los 30 días Sustituible por audiometrías anuales.	Igual a OSHA	Debe proporcionarse un audiograma de confirmación en 30 días.
<b>Corrección por presbiacusia o edad</b>	Ajuste para los niveles auditivos debido a los efectos de la edad	Permitido	Igual a OSHA	No permitido
<b>Pérdida de oído declarable o denunciable</b>	Nivel de pérdida auditiva para la publicación en registros de lesión y enfermedad profesional	Cambio medio $\geq 25$ dB a partir del audiograma base a 2.000 3.000 y 4.000 Hz, en cada oído, con corrección por edad.	Igual a OSHA	No lo indica.

<b>Educación y formación</b>	Descripción de los planes de formación y educación anual que componen los programas de conservación de la audición.	Anual para todos los empleados expuestos $\geq 85$ dB TWA. Debe incluir los efectos del ruido, protectores auditivos y propósitos y explicaciones de las audiometrías.	Igual que OSHA. Incluye responsabilidades del minero en el mantenimiento y control de ruido.	Igual que OSHA. Además debe incluir efectos Psicológicos y responsabilidades.
<b>Señalización y comunicación de peligros</b>	Requerimientos de señalización de áreas ruidosas.	Comunicación en el lugar de trabajo	Comunicación solo sobre controles administrativos.	Las señales se deben fijar en la entrada de las áreas $\geq 85$ dBA,
<b>Conservación de registros</b>	Especificaciones sobre la conservación de registros y transferencia de registros si el empleado abandona el trabajo.	Inspecciones de ruido durante al menos 2 años. Audiometrías durante la duración del contrato y obligación de transferir registros.	Registros de exposición al ruido y formación y datos audiométricos de empleados con más de 6 meses trabajando. Obligación de transferir registros.	Inspecciones de ruido durante 30 años. Datos Audiométricos. Definido por la norma: 29CFR1919.20(h)

Fuente: Elaboración propia a partir de Holthouser, M., 2000.

### 10.1.3 Legislación en el resto del mundo.

Las estimaciones de la OIT indican que las tasas de accidente y enfermedad de los países industrializados avanzados es algo menos de la mitad de las tasas de Europa central y oriental, China e India.

En la región de América Latina y el Caribe, estos porcentajes son aún más elevados, al tiempo que en el Medio Oriente y Asia (excluidas China e India) se registran unas tasas que cuadruplican las existentes en las naciones industrializadas. Algunas tareas, especialmente, riesgosas pueden implicar unos índices de riesgo entre 10 y 100 veces mayores (OIT, 1999).

En los países industrializados se ha producido un sustancial descenso del número de lesiones graves resultantes de la transformación estructural de la naturaleza del trabajo y de los esfuerzos efectivos por hacer del lugar de trabajo un lugar más sano y seguro (OIT, 1999); a esto han contribuido las políticas llevadas a cabo, que se han plasmado en numerosos textos legislativos.

La mayoría de legislaciones de los diferentes países adoptan los 85 dBA y 90 dBA como niveles a partir de los cuales se han de realizar diferentes acciones, como la utilización de protectores auditivos (PA), el control de la función auditiva de los trabajadores (CA) o el control de ruido (CR). Algunos países, como Japón y Suiza tienen legislaciones muy similares a la actual Directiva de la UE-25. Otros países, como es el caso de Noruega, poseen legislaciones muy restrictivas, en las que se diferencia el nivel de exposición permisible según ocupaciones. En este caso, a partir de una exposición 85 dBA en la industria en general, se empiezan a realizar diferentes acciones. En sectores muy concretos, como son la comunicaciones, el límite máximo permisible se sitúa en 70 dBA, en trabajos en plataformas petrolíferas el límite es de 83 dBA a lo largo de turnos de 12 horas y en barcos es de 90 dBA.

Los límites máximos de niveles de pico se suelen situar en 140 dB, con diferentes ponderaciones (A, L y C), en la mayoría de los casos L y C. En determinadas legislaciones estos límites son sensiblemente más bajos, como en el

caso de la Columbia Británica Canadiense con niveles de pico 135 dBA, o el caso de Noruega, con niveles de 130 dBC.

La mayoría de los documentos legislativos adoptan el criterio ISO con tasas de intercambio de 3 dB, aunque en ciertos países, aparte de Estados Unidos, se utiliza el criterio de la OSHA con tasas de intercambio de 5 dB, como es el caso de Brasil, algunas provincias de Canadá (Ontario), o Israel.

En la tabla 63 se presenta una muestra de legislaciones existentes en diferentes países del mundo, en esta tabla intencionalmente se han omitido países pertenecientes a la Unión Europea (UE-25) debido a que sus legislaciones presentan una raíz común, la Directiva 1003/10/CE.

**Tabla 63: Legislaciones sobre ruido laboral a nivel internacional.** Permite una comparación rápida entre los marcos legales vigente, detectando sus semejanzas y diferencias más relevantes.

Pais organización	Norma	Nivel Criterio (dB)	Tasa cambio (dB)	Nivel umbral (dB)	Ponderación Temporal	Ponderación Frecuencia	Nivel máximo
<b>Argentina</b> MTESS	Resolución 295/3003	85 CA 90 CR	3	--	Slow	A	115 dBA máx 140 dBA pico
<b>Australia</b> OASCC	NOHSC:2009(2004) NOHSC:1007(2000)	85	3	--	--	A	140 dBA pico
<b>Australia</b> (Western territory)	OSHR 1996, P3; D4, 3.45 MSIR 1997,P7;D1	85 85	3 3	-- --	-- --	A A	140 dBC pico 140 dB pico
<b>Australia</b> (South territory)	OHSWR	85	3	--	--	A	140 dBC pico
<b>Australia</b> (New South Wales)	OHSR 2001, P 4.3	85	3	--	--	A	140 dBC pico
<b>Australia</b> (Northern territory)	WH (OHS), P7, D2, S56	85	3	--	--	A	140 dB pico
<b>Australia</b> (Queensland)	Noise (SL359 1998)	85	3	--	--	A	140 dBC pico
<b>Australia</b> (Tasmania)	(S.R. 1998, N° 152) P4, D4	85	3	--	--	A	140 dBC pico
<b>Australia</b> (Victoria)	OHSR Noise 2004	85	3	--	--	A	140 dBC pico
<b>Brasil</b> Ministerio do Trabalho e Emprego	NR 15 – SHW, 3.214/1978	85	5	--	Slow	A	115 dBA máx 130 dB pico
<b>Canadá</b> Federal Labour Operations	Canada Occupational Health and Safety. Regulations Part 7. Levels of Sound	87	3	74	--	A	120 dBA max
<b>Canadá - Workers Compensation Board of British Columbia</b>	OHSR. General Hazard Requirements. Daily Exposure Limit.	85	3	Inferior a 80	Slow	A	135 dBA pico
<b>Canadá – Ontario</b> Ministry of Labour	Industrial Establishments (RRO.1990,Reg 851) Section 139	90	5	--	--	A	115 dBA 140 dB pico
<b>Canadá</b> Saskatchewan Department of labour	Occupational Health and Safety Regulations. 1996 (RRS.c.0-1.1,r) part VIII. Section 113)	80 PA 85 CA 90 CR	3	80	--	--	--
<b>Chile</b> Ministerio de Salud	Decreto Supremo N° 594	85	3	80	Slow	A	115 dBA max 140 dB pico
<b>China</b>	--	70 - 90	3	--	Slow	A	115 dBA max
<b>India</b>	Rules of the Factory Acts	90	--	--	Slow	A	115 dBA max 140 dBA pico
<b>Israel</b>	--	85	5	--	Slow	A	115 dBA max 140 dBC pico

<b>Japón</b> Labour Standard Bureau	Industrial Safety and Health Law N° 57, Article 88.	80 85 90	3	80	Slow	A	--
<b>Nueva Zelanda</b> Occupational Safety and Health Service	Health and Safety in Employment Regulations 1995 – Regulation 11. Noise	85	3	--	Slow	A	115 dBA max 140 dB pico
<b>Noruega</b>	Norwegian STD NS 4814 Norwegian STD NS 4815	70 83 85 90	3	--	Slow	A	110 dBA max 130 dBC pico
<b>Singapur</b>	Factories (Noise) Regulations, 1996 (S372/96)	85 CA 90 CR	3	--	--	--	140 dBA pico
<b>Sudáfrica</b>	Occupational Health and Safety Act.	85	--	--	--	A	135 dBA pico
<b>Suiza</b>	--	85 87	3	--	Slow	A	125 dBA max 140 dBC pico
<b>Tailandia</b>	Ministry of the Interior	80 CA 90	--	--	--	A	--
<b>Uruguay</b>		90	3	--	Slow	A	110 dBA max

Fuente: Elaboración propia a partir de Neitzel, A., y col., 2005.

#### 10.1.4 Normalización del ruido en el ambiente laboral.

El término normativa tiene diversas connotaciones distintas. Muchas veces se utiliza como sinónimo de documentos con carácter legislativo y otras veces como especificaciones técnicas aprobadas por organismos normalizadores sin carácter vinculante. En este caso utilizaremos el término normativa para referirnos a aquellos documentos técnicos redactados y aprobados por instituciones internacionales de normalización y estandarización.

Las instituciones internacionales más relevantes con respecto a las normas, que de una forma u otra, tienen influencia en diferentes aspectos del ruido en el puesto de trabajo son la International Organization for Standardization (ISO) que a través de su Comité Técnico 43, Subcomité 1, dividido a su vez en grupos de trabajo (TC 43/SC 1) son los encargados de redactar las normas sobre acústica; el European Committee for Standardization (CEN), organismo normalizador a nivel europeo donde, al igual que en ISO, los trabajos de normalización se encargan a los Comités Técnicos, siendo el encargado de acústica el TC/211; y la International Electrotechnical Comisión (IEC), que se encarga de redactar las especificaciones relativas a instrumentos de medida.

Con respecto a la valoración del ruido en el puesto de trabajo, las normas de referencia son la norma ISO 1999:1990. Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment (Determinación del ruido laboral y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido) y la norma ISO 9612:1997. Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment (Directrices para la medida y valoración de la exposición al ruido en ambientes laborales).

La primera de estas normas, ISO 1999:1990 se publicó en su versión inicial en 1975 y posteriormente se modificó, quedando en su formato actual en 1990. En esta norma se detalla un método estadístico para estimar la pérdida auditiva causada por la exposición al ruido en función del nivel, del tiempo de exposición y de la edad. Con estos parámetros se calcula el desplazamiento permanente del umbral auditivo como consecuencia de la exposición al ruido laboral.

La norma específica claramente que los resultados se han de aplicar a grupos de población y no sobre individuos aisladamente, aunque utilizando los datos de las

funciones estadísticas puede llegar a realizarse una estimación del riesgo de sufrir pérdida auditiva, en tantos por ciento, para un individuo, conocida su edad, su nivel y tiempo de exposición.

Los parámetros que se recomiendan medir, para el propósito de la norma son la exposición sonora ponderada A, el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A y el nivel de exposición al ruido referido a una jornada laboral de 8 horas. Las estimaciones que se realizan sobre las pérdidas auditivas sirven para las exposiciones a ruido de frecuencia audible con características estables, intermitentes, fluctuantes, irregulares e impulsivas, en un rango de niveles ( $L_{Aeq,T}$ ) de entre 75 dBA y 100 dBA y para tiempos de exposición de entre 0 y 40 años.

En las investigaciones que precedieron a la redacción de la norma, el método se elaboró en base a ruido de banda ancha sin componentes tonales características. En el caso de que a la hora de utilizar la norma como referencia existan componentes tonales, se deja abierta la posibilidad de realizar una corrección sobre el nivel de evaluación de 5 dBA. Esta corrección, al igual que cualquier extrapolación que se realice, por ejemplo, aplicando mayores niveles de exposición, debe de efectuarse con reservas.

La norma solo define la pérdida auditiva en la concepción física del término. Si se quiere conocer el riesgo de pérdida auditiva según los criterios legales, primeramente hay que calcular la pérdida auditiva producida, conocer el déficit auditivo asociado a dicha pérdida (concepto legal de déficit como discapacidad suficiente para afectar a la audición de una persona a partir de determinado límite de pérdida establecido en la legislación que sea de aplicación) y posteriormente, indicar el riesgo de sufrir pérdida auditiva como probabilidad de sufrir déficit auditivo.

La metodología de medida, parámetros adicionales y otros conceptos se definen de forma detallada en la norma internacional ISO 9612:1997(E). Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment (ISO, 1997). Esta norma describe cómo se determinan los diferentes indicadores y el tipo y la localización de las medidas a realizar. El propósito es hacer una valoración del ruido en el ambiente laboral con respecto a los diferentes efectos que produce en el trabajador como resultado de su exposición habitual.

Los indicadores de medida que define como "preferidos" son el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq,T}$ ) y la exposición sonora ponderada A ( $E_{A,T}$ ). También da la opción de registrar otros indicadores adicionales como el nivel de presión sonora de pico con diferentes ponderaciones ( $L_{Apk}$ ,  $L_{CPK}$  y  $L_{pk}$ ).

Dependiendo del propósito de las medidas, éstas se pueden realizar en posiciones fijas, o bien llevarlas a cabo sobre una persona durante su jornada laboral, aunque para una mayor precisión de los resultados, el método de medida preferible es el segundo, portando el instrumento de medida el propio trabajador durante la jornada.

La norma define de forma detallada las posiciones, tiempos, parámetros de medida y las aplicaciones de las mismas.

Fuera de estas dos normas, que tratan directamente sobre la valoración del ruido en el trabajo y de los efectos que este produce sobre la audición de los trabajadores, existen otras muchas normas con una relación más o menos directa con el ruido en el trabajo.

Existen otras instituciones de normalización en el ámbito internacional, sobre todo en el mundo anglosajón, que publican normas sobre determinados aspectos del ruido laboral.

Por ejemplo, la American Society for Testing and Materials (ASTM) tiene publicada una Norma para la valoración de los riesgos para la salud generados por la emisión de ruido de equipos (E2202-02, Standard practice for measurement of equipment generated continuous noise for assesment of health hazards).

Otra importante entidad de normalización y estandarización es la American National Standards Institute (ANSI), con numerosas normas publicadas sobre acústica. El listado de estas normas con su nombre original se muestra en la tabla 64.

**Tabla 64: Normas ANSI sobre ruido laboral.** Se incluyen también normas sobre equipos de medida, protectores auditivos y emisión de ruido de máquinas en el puesto de trabajo.

NORMA	TITULO
ANSI S1.25-1991 (R2002)	Specification for Personal Noise Dosimeters.
ANSI S1.4-1983(R2006) ANSI S1.4a-1985 (R2006)	American National Standard Specification for Sound Level Meters
ANSI S1.43-1997 (R2002)	Specifications for Integrating-Averaging Sound Level Meters
ANSI S12.19-1996 (R2006)	Measurement of Occupational Noise Exposure
ANSI S12.43-1997 (R2002)	American National Standard Methods for Measurement of Sound Emitted by Machinery and Equipment at Workstations and other Specified Positions
ANSI S12.6-1997 (R2002)	American National Standard Methods for Measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors
ANSI S3.44-1996 (R2001)	Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing impairment

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la American National Standards Institute (ANSI) es miembro de ISO y muchas de sus normas coinciden con los estándares internacionales ISO y por lo tanto, tiene nomenclatura ANSI/ISO, otras muchas son estándares exclusivos norteamericanos, difiriendo en gran medida de los estándares internacionales, tanto en los parámetros de medida, como en las especificaciones de los equipos de medida.

### 10.1.5 Políticas de control del ruido laboral en la Unión Europea.

La Unión Europea viene integrando en sus políticas la preocupación por los riesgos derivados de la exposición al ruido en el puesto de trabajo desde finales de los años 70, a partir de un Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de seguridad y de salud en el lugar de trabajo, donde se preveía la puesta en práctica de procedimientos armonizados a nivel europeo relativos a la protección de los trabajadores expuestos a ruido (DO,1978).

Como consecuencia de dicho programa de acción surgieron las primeras Directivas encaminadas a la protección de la salud de los trabajadores, así, nace la Directiva 80/1107/CEE (DO, 1980), y posteriormente la Directiva 86/188/CEE (DO, 1986).

Actualmente, las políticas sobre riesgos laborales en la Unión Europea (UE-25) se rigen por la denominada "Directiva Marco sobre seguridad y salud en el trabajo"

(Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo) (DO, 1989).

En 1995 la Comisión inició un Programa Comunitario en el ámbito de la seguridad la higiene y la salud en el lugar de trabajo (1996-2000) (COM, 1995), concediendo prioridad a los siguientes puntos:

- Creación de la Agencia Europea para la salud y la seguridad en el trabajo, con sede en Bilbao.
- Correcta transposición de las directivas y su aplicación práctica (informes de evaluación y control de la inspección de trabajo).
- Creación de una cultura de seguridad en las empresas.

Como continuación del programa comunitario en el ámbito de la seguridad la higiene y la salud en el lugar de trabajo (1996-2000), surgió la estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo (2002-2006) (COM, 2002). Con esta estrategia, la UE-25 se propuso facilitar la aplicación de la legislación existente en materia de salud y seguridad en el trabajo y dar un nuevo impulso a la misma durante el período de vigencia. La estrategia se basa en un análisis tras el cual la Comisión recuerda las tres exigencias que deben cumplirse para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable, éstas son:

1. Una consolidación de la cultura de prevención de los riesgos, mejorando el conocimiento de los riesgos, por lo que se requiere educación y formación, sensibilización de los empresarios y anticipación de los riesgos nuevos y emergentes.
2. Una mejor aplicación del derecho existente. Para ello, la Comisión tiene previsto la elaboración de unas guías de aplicación de las directivas, y llevar a cabo acciones que favorezcan una aplicación correcta y equivalente de las directivas mediante los servicios de inspección de los Estados miembros.
3. Un planteamiento global del "bienestar en el trabajo", reduciendo las enfermedades profesionales y realizando una mayor prevención de las enfermedades profesionales, en especial de las enfermedades causadas por el amianto, la pérdida de audición y los trastornos músculo-esqueléticos.

Para satisfacer esas condiciones, la estrategia comunitaria propone tres grandes orientaciones:

- a) Adaptación del marco jurídico, actualizando las directivas existentes a la evolución científica y al progreso técnico, analizando los informes nacionales de aplicación de las directivas para identificar las dificultades encontradas en su aplicación.
- b) Apoyo a las "gestiones de progreso" (elaboración de mejores prácticas, diálogo social y responsabilidad social de las empresas). Mediante "benchmarking" (evaluación comparativa), se debería conseguir detectar trastornos y enfermedades por causa de diferentes agentes y desarrollar el

conocimiento y el seguimiento de los costos económicos y sociales derivados de los accidentes y las enfermedades profesionales. Se pretenden aplicar en las empresas primas de seguro en función de las tasas de accidentes y de enfermedad, ya que se considera que esto representa un incentivo económico real.

- c) Integración de la problemática de la seguridad y la salud en el lugar de trabajo en otras políticas comunitarias como la estrategia europea de empleo, la salud pública y la comercialización de los equipos de trabajo, así como con otras políticas destinadas a la protección que se basan en medidas preventivas (transporte, pesca y medio ambiente).

Paralelamente, en el año 2004 se dio comienzo el Plan de Acción de Medio Ambiente y Salud (2004-2010), entre cuyos objetivos se encuentra, el proporcionar a la UE-25 información fiable respecto al impacto de los diferentes daños ambientales sobre la salud humana y reforzar la cooperación entre los distintos protagonistas en el ámbito del medio ambiente, la salud y la investigación (COM, 2004).

El plan de acción se articula mediante una serie de acciones. Con respecto a la exposición a determinados agentes contaminantes, entre ellos el ruido, destacan las siguientes acciones a realizarse:

- Acción 1: Elaborar indicadores de medio ambiente y salud.
- Acción 5: Integrar y reforzar la investigación europea sobre medioambiente y salud.
- Acción 6: Centrar la investigación de las enfermedades, los trastornos y las exposiciones.
- Acción 7: Establecer sistemas metodológicos para analizar las interacciones entre medio ambiente y salud.

Además de las políticas específicas sobre prevención de riesgos laborales, siguiendo el criterio de integración de la problemática de la seguridad y la salud en el lugar de trabajo en otras políticas comunitarias, han surgido directivas denominadas "de nuevo enfoque", que contienen "requisitos esenciales de seguridad y salud", incluyendo entre éstos, información sobre emisión y/o potencia acústica de las máquinas.

Otras de las acciones que muestran el compromiso de la Unión Europea con la prevención de la exposición sonora en el puesto de trabajo, así como la vigencia de la problemática, son las distintas acciones que los diferentes organismos de la Unión Europea llevan a cabo. Prueba de ello es la celebración de la Semana Europea de la Seguridad y Salud en el trabajo (24-28 de octubre de 2005) bajo el lema "¡NO AL RUIDO!", puede costarle más que su oído", o la cumbre europea sobre ruido en el trabajo, celebrada en Bilbao en diciembre de 2005 por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo.

Otro de los compromisos de la Unión Europea con las políticas de prevención de riesgos laborales en general, y con la prevención del ruido en el puesto de trabajo en particular, se basa en la realización sistemática de encuestas de condiciones de trabajo por parte de EUROFOUD y de las diferentes Agencias Nacionales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo de los países miembros.

## **10.2 Legislación y normativa relativa al ruido ambiental.**

### **10.2.1 Legislación a nivel europeo.**

Muchos europeos consideran el ruido ambiental, causado por el tráfico y las actividades industriales y recreativas como su principal problema ambiental local, especialmente en las zonas urbanas. Se ha calculado que alrededor del 20% de los habitantes de Europa occidental están expuestos a niveles de ruido que los científicos y los profesionales de la salud consideran inaceptables, que molestan a la mayor parte de las personas, que perturban seriamente el sueño y que, incluso, se teme provoquen efectos nocivos en los sistemas cardiovasculares y psicofisiológicos. El número creciente de quejas de la población relacionadas con el ruido es una prueba de que el interés de los ciudadanos es cada vez mayor. Por ejemplo, la encuesta sobre medio ambiente del eurobarómetro de 1995 mostró que el ruido era el quinto ámbito por orden de importancia de quejas relacionadas con el medio ambiente local (después del tráfico, la contaminación atmosférica, el paisaje y los residuos), pero era el único problema que mostraba un aumento de las quejas de la población desde 1992. La misma encuesta indicaba un aumento significativo de la voluntad de la opinión pública de tomar medidas para reducir el ruido.

Las medidas de la Comunidad Europea para abordar los problemas del ruido ambiental ya existen desde hace más de veinticinco años y consisten fundamentalmente en la reglamentación que fija niveles máximos de ruido para vehículos, aeronaves y máquinas con el objetivo del mercado único y no como parte de un programa medioambiental global de reducción del ruido. Los Estados miembros han aplicado una serie de reglamentaciones suplementarias y otras medidas destinadas a reducir los problemas del ruido ambiental y, aunque existen algunas pruebas que demuestran que los niveles de ruido se han reducido en los llamados "puntos negros", datos recientes muestran que el problema del ruido en general empeora y que el número de personas que vive en las llamadas "zonas grises" ha aumentado. En particular, el continuo aumento del volumen de tráfico de todos los medios de transporte, junto con el desarrollo suburbano, han provocado altos niveles de exposición al ruido, cada vez mayor en el espacio y en el tiempo, y es en parte la causa de este empeoramiento. Además, durante las dos últimas décadas, las actividades de ocio y el turismo han creado nuevos puntos y nuevas fuentes de ruido. Como consecuencia de esta situación, el impacto de las medidas políticas aplicadas hasta ahora para abordar el problema del ruido está siendo anulado.

Por regla general, las acciones comunitarias y de los Estados miembros en relación con el ruido ambiental han sido menos prioritarias que las aplicadas para solucionar otros problemas, tales como la contaminación atmosférica y del agua, a pesar de que las encuestas de opinión muestran que el ruido se considera una de las principales causas de la disminución de la calidad de vida. Ello puede explicarse en parte porque los responsables de tomar las decisiones no son conscientes de los problemas o no están familiarizados con los efectos del ruido, que no son espectaculares: el ruido no es catastrófico, sino insidioso.

En cuanto a la Comunidad, la escasa prioridad dada al ruido se debe en parte al hecho de que el ruido es, fundamentalmente, un problema local, que adopta formas muy variadas en las diferentes partes de la Comunidad en cuanto a la aceptación del problema. Sin embargo, el origen de muchas de las causas del ruido ambiental no es local. Además, a pesar de la dimensión local de los problemas del ruido ambiental,

existe un consenso a nivel internacional sobre los niveles de inaceptabilidad a los cuales la población no debe estar expuesta para proteger la salud y la calidad de vida.

En 1993, la Comunidad Europea anunció el inicio de un cambio en la política relativa al ruido ambiental, conforme a las principales modificaciones de la política ambiental comunitaria, incluida en el quinto programa de política y actuación medioambiental. Para el ruido, el programa establece como objetivo básico que ninguna persona deberá ser expuesta a niveles de ruido que pongan en peligro la salud y la calidad de vida. Presenta varios objetivos en términos de niveles de exposición al ruido que se pretendía lograr en el año 2000, tabla 65.

**Tabla 65: Objetivos respecto del ruido del quinto programa de política y actuación medioambiental de la CEE.** Se indican los objetivos a nivel comunitario para el año 2000 y las acciones a desarrollar para su logro.

Objetivo	Objetivos comunitarios hasta el año 2000	Acciones	Calendario
Ninguna persona debería estar expuesta a niveles de ruido que ponen en peligro la salud y la calidad de la vida	Niveles de exposición nocturna en $L_{eq}$ dBA		
	Los casos de exposición de la población a niveles de ruido superiores a 65 deberían desaparecer gradualmente; en ningún momento debe superarse el nivel de 85	Inventario de los niveles de exposición en la CE	antes de 1994
		Programa de reducción del ruido a aplicar	antes de 1995
	El porcentaje de población expuesta actualmente a niveles entre 55-65 no debe aumentar	Nuevas reducciones de emisiones sonoras (automóviles, camiones, aeronaves, grúas, segadoras, etc...). Las directivas se presentarán gradualmente, con el objetivo de que sean aplicadas antes del año 2000	antes de 1995
	La proporción de población expuesta actualmente a los niveles menos de 55 no debería sufrir ningún aumento sobre ese nivel	Normalización de la medición y clasificación de los ruidos	continuo
		Medidas para influir en el comportamiento, tales como la conducción de automóviles, los procedimientos de vuelo y los procesos industriales durante el período nocturno	continuo
Medidas relacionadas con las infraestructuras y la planificación física, tales como mejor definición en zonas próximas a los aeropuertos, zonas industriales, carreteras y ferrocarriles principales		continuo	

Fuente: <http://www.ruidos.org>.

Para alcanzar los objetivos, el Quinto programa enumera varias medidas de aplicación bajo la responsabilidad de los diversos actores de la Comunidad, dependiendo de sus responsabilidades y competencias, que incluyen cuestiones relacionadas con la información, la tecnología, la planificación, la economía y la educación. Hay un reconocimiento claro, al igual que en otros ámbitos de la política ambiental, de que la Comunidad necesita ampliar la variedad de instrumentos que debe aplicar, en vez de basarse solamente en la reglamentación sobre las emisiones

en el origen, si se quiere avanzar en la protección de la personas contra la creciente exposición al ruido.

El reciente informe de actividad sobre el Quinto programa de política y actuación (COM (95) 624) pidió un mayor esfuerzo. De acuerdo con dicho informe, la propuesta de revisión del programa (COM (95) 647) anuncia que se prestará una atención particular al desarrollo de un programa de reducción del ruido, en el que se abordará detalladamente la información al público, la elaboración de índices comunes de exposición al ruido, los objetivos de calidad sonora y las emisiones sonoras de los productos.

Con este fin, el programa de trabajo de 1996 de la Comisión anuncia el primer paso en el desarrollo de dicho programa mediante un Libro Verde destinado a estimular el debate público sobre la política futura de lucha contra el ruido. El Libro Verde se centra en los ámbitos en los que la Comisión considera que la implicación de la Comunidad en cooperación con los Estados miembros y las autoridades locales puede representar un valor añadido y un beneficio particular para la población en general.

El Libro Verde incluye en el Capítulo 2 algunas informaciones básicas sobre el problema del ruido ambiental y sus efectos, seguidas de un breve análisis de la situación actual del ruido en la Comunidad y la estimación de los costos externos de la contaminación sonora para la sociedad. El Capítulo 3 analiza los planteamientos aplicados hasta ahora en los Estados miembros y la Comunidad para la reducción del ruido. El Capítulo 4 resume las opciones de acción, incluyendo un marco para la evaluación y la reducción de la exposición al ruido y la acción futura para la reducción del ruido procedente de diversas fuentes.

### **10.2.2 Legislación sobre las normas de emisión.**

Durante más de veinte años, la política del ruido ambiental comunitaria ha consistido básicamente en la legislación que fijaba niveles sonoros máximos para vehículos, aeronaves y máquinas con el objetivo de un mercado único, junto con procedimientos de certificación por terceros, para garantizar que los vehículos y equipos nuevos cumplen, en el momento de su fabricación, los límites de emisión sonora que establecen las directivas.

- **Vehículos de motor:** La legislación que originalmente regulaba los niveles de sonido de los vehículos de motor (coches, camiones y autobuses) se adoptó en 1970 (Directiva 70/157/CEE) y se ha modificado desde entonces nueve veces. La última modificación tuvo lugar mediante la Directiva 92/97/CEE y entró en vigor en 1996. La prueba de homologación prevista en esta directiva tiene como objetivo limitar el ruido producido en una situación típica de tráfico urbano. Todos los vehículos deben atenerse a los límites y, por lo tanto, los modelos de producción deben diseñarse para emisiones de 1dBA por debajo del límite para que haya margen para las tolerancias de producción. A medida que disminuían los límites, fueron ganando en importancia los ruidos producidos por los neumáticos, que con los nuevos límites se convirtieron en la fuente principal de ruido a velocidades superiores a los 50 km/h. En la actualidad, se ha llegado a una situación en la que no será eficaz disminuir los límites si no se adoptan medidas para resolver el problema del ruido producido por el contacto del neumático con el suelo. Por este motivo, la modificación de 1992 invita a la Comisión a presentar una propuesta con este objetivo. La

evolución de los límites de emisión a lo largo de los años se muestran en la tabla 66.

**Tabla 66: Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para vehículos de motor.** Independiente del tipo de vehículo se observa una disminución sostenida en los límites de emisión.

Categoría de vehículo	1972	1982	1988/90	1995/96
Automóvil de pasajero	82 dBA	80 dBA	77 dBA	74 dBA
Autobús urbano	89 dBA	82 dBA	80 dBA	78 dBA
Camión pesado	91 dBA	88 dBA	84 dBA	80 dBA

Fuente: <http://www.ruidos.org>.

- **Vehículos de dos o tres ruedas:** Desde 1978, existe una legislación que establece límites para los niveles sonoros admitidos de las motocicletas (78/1015/CEE) y que ha sido modificada en varias ocasiones para introducir valores límite más bajos, la última en 1989 (89/235/CEE). En 1993, la Comisión propuso una propuesta de modificación de la Directiva dentro de una propuesta global referente a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas (COM (93) 449). Esta propuesta haría que los valores límite opcionales previstos en la segunda fase de la Directiva de 1989 fuesen obligatorios a partir del 1 de enero de 1997 y también, introduciría disposiciones relacionadas con la lucha contra la manipulación indebida de los silenciadores. El Consejo alcanzó una posición común respecto a esta propuesta en noviembre de 1995 y se espera que la adopción final tuviera lugar en 1996. La evolución de los límites de emisión a lo largo de los años se muestran en las tabla 67.

**Tabla 67: Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para motocicletas y vehículos de tres ruedas.** Independiente del tipo de la cilindrada se observa una disminución sostenida en los límites de emisión.

Motocicletas y vehículos de tres ruedas	1980	1989	Propuesta
< 80 cm <sup>3</sup>	78	77	75
> 80 < 175 cm <sup>3</sup>	80 – 83	79	77
> 175 cm <sup>3</sup>	83 - 86	82	80

Fuente: <http://www.ruidos.org>.

Como consecuencia de la última modificación, la aplicación de la legislación tendrá como resultado una reducción del ruido del 85% para los automóviles (8 dBA) y de más del 90% para los camiones pesados (11 dBA). Sin embargo, una serie de estudios han demostrado que la reducción real de los ruidos procedentes del tráfico rodado debida a esta legislación fue mucho menor: apenas 1-2 dBA. Las razones que explican esta escasa eficacia son: la aplicación de límites más flexibles durante los primeros años, una lenta substitución de los vehículos más antiguos, un crecimiento significativo del tráfico y las limitaciones en términos de posibilidades de reducción de los ruidos causados por la interacción entre el neumático y el suelo (Sandberg, 1993). Además, el procedimiento de prueba (ISO R 362) no refleja las condiciones reales de conducción y, sin un procedimiento de inspección regular que garantice el mantenimiento de las características acústicas, los niveles de ruido de los vehículos pueden aumentar a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la manipulación indebida de los dispositivos de escape en las motocicletas puede aumentar los niveles de ruido en 10 dBA.

La Directiva 77/143/CEE establece las disposiciones básicas de los controles técnicos e incluye al ruido como uno de las características que se deben inspeccionar. Sin embargo, en este caso se trata solo, por regla general, de un control subjetivo para garantizar que los dispositivos de escape están intactos, no existiendo legislación específica como en el caso de la contaminación atmosférica. Algunos países no comunitarios tuvieron éxito en lo que se refiere a la inspección de los ruidos en el control técnico. En Japón, por ejemplo, se efectúan inspecciones periódicas del ruido de los vehículos que están en circulación, mientras que en algunos estados australianos los vehículos están sujetos a reconocimientos y controles en carretera (OCDE, 1991). En Nueva Gales del Sur se comprueban miles de vehículos cada año y se ha logrado a un costo relativamente bajo reducciones medias de emisión de 9 dBA.

- **Transporte por ferrocarril:** En 1983, la Comisión propuso una directiva sobre los niveles máximos permitidos de emisión sonora para los vehículos sobre carriles. Esta propuesta, aunque fue aprobada por el Parlamento Europeo, fue retirada por la Comisión en 1993. La causa de su retiro se debió en parte a los problemas técnicos no resueltos, pero el motivo principal fue el acceso sin restricciones de los vehículos sobre carriles de terceros países, que no estaban sujetos a los niveles de emisión de la Comunidad Europea.

Mientras tanto, algunos Estados miembros han empezado a considerar la introducción de sus propios controles sobre las emisiones sonoras de sus ferrocarriles. En 1993, Austria aprobó la legislación aplicable a los vagones utilizados en las líneas austriacas, que exige a partir de 1995 una reducción del ruido de 5 dBA para los vagones de transporte de mercancías.

- **Transporte aéreo:** La Directiva 92/14/CEE, que entró en vigor en abril de 1995, es la última de una serie de medidas legislativas iniciadas en 1979 (Directivas 80/51/CEE y 89/629/CEE) con el objetivo de limitar el ruido de las aviones. Estas directivas, al igual que lo que ocurre generalmente con la legislación del mismo tipo aplicada en otros "estados que aplican medidas restrictivas contra el ruido" (la mayoría de los países de Europa que no pertenecen a la UE, Japón, Australia, Nueva Zelanda y EE.UU.), utilizan las normas de referencia especificadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el Anexo de Protección del medio ambiente (volumen I del Anexo 16) del Convenio de Chicago, del que forman parte la mayoría de los países del mundo. Los valores límites para cada tipo de avión durante el despegue y el aterrizaje están especificados en términos de "nivel efectivo de ruido percibido" (EPNL) en dBA, y dependen del peso y del número de motores de los aviones. Los aviones de transporte a reacción más antiguos y ruidosos se denominan "sin certificado de ruido" (NNC), las características de la segunda generación de aviones se contemplan en el Capítulo 2 del Anexo 16 y los aviones más modernos y silenciosos cumplen las normas del Capítulo 3.

Los aviones subsónicos sin certificado de ruido (NNC) fueron prohibidos en los aeropuertos hace varios años y, de conformidad con el Capítulo 2 de la Directiva 92/14, los aviones de más de 25 años están prohibidos en los aeropuertos de la Comunidad Europea desde abril de 1995, a no ser que se trate de excepciones que fueron concedidas para evitar dificultades económicas desmesuradas, por ejemplo, para las compañías de transporte aéreo de países en vías de desarrollo. Los aviones del Capítulo 2 fueron retirados de forma sistemática durante el período de 1995 a 2002 y, a partir del 1 de abril de 2002, solo los aviones del Capítulo 3 podrán utilizar los

aeropuertos comunitarios. Mientras tanto, diversos estamentos internacionales, como por ejemplo, el Comité sobre la protección del medio ambiente (CAEP) de la OACI y la Conferencia europea de aviación civil (CEAC) están considerando la posibilidad de aumentar las exigencias impuestas.

Los aviones de hoy, al igual que los automóviles, son mucho más silenciosos que los del mismo tamaño de hace veinte años. La zona alrededor de un aeropuerto expuesta al ruido de un avión moderno es nueve veces menor que la de un avión con tecnología de los años 70. En el segmento de los turbopropulsores, el ruido en esta zona se ha reducido 4,5 veces durante los últimos veinticinco años. En Europa, el cambio a una flota totalmente compuesta de aviones pertenecientes al Capítulo 3 no ha dejado de avanzar, pero al mismo tiempo el tamaño de los aviones sigue aumentando. Estos progresos, junto con el gran crecimiento anterior y las previsiones futuras de desarrollo, pueden significar que de la eliminación progresiva de los aviones del Capítulo 2 solo se obtengan beneficios a corto y medio plazo, y que después del año 2002 las emisiones sonoras globales y, por lo tanto, la zona global de ruido no se atenga a los ambiciosos objetivos que fueron establecidos y que se esperaba que pudiesen ser cumplidos en esa fecha.

- **Maquinaria y materiales de construcción, cortacéspedes:** La política comunitaria de control del ruido de un número determinado de tipos de equipo que se utilizan al aire libre ha consistido en directivas sobre los valores admisibles de emisión sonora, códigos de ensayo de ruidos y etiquetado de los equipos con sus valores garantizados de emisión sonora. La mayor parte de los valores de emisión sonora fueron consolidados en una segunda fase y desde la entrada en vigor de las diferentes normas legislativas los niveles de emisión sonora de los tipos de máquinas cubiertos se han reducido de 1 a 5 dBA.

Este planteamiento ha tenido como resultado la creación de seis directivas sobre el ruido de tipos específicos de máquinas y de equipo de construcción (moto compresores, grúas de torre, grupos electrógenos de soldadura; grupos electrógenos de potencia; trituradores de hormigón martillos picadores de mano; palas hidráulicas, palas de cables, topadoras frontales, cargadoras y palas cargadoras), y una relativa al ruido de las máquinas cortadoras de césped.

La Directiva 89/392/CEE, comúnmente conocida como la Directiva de las máquinas, establece disposiciones sobre la salud y la seguridad referentes al diseño y la construcción de las máquinas, incluyendo las emisiones sonoras. Dicha Directiva indica que las máquinas se diseñarán y fabricarán de modo que se reduzcan al nivel más bajo los riesgos que resultan de la emisión de sonido aerotransportado, teniendo en cuenta los progresos técnicos y los medios disponibles para reducir el ruido, en especial en la fuente. Dado que se centra en el lugar de trabajo, la directiva no trata directamente la cuestión del ruido ambiental. La evolución de los límites de emisión a lo largo de los años se muestra en la tabla 68.

**Tabla 68: Evolución de los límites de emisión sonora en la CEE para equipos de construcción y maquinaria corta céspedes.** Independiente del tipo de la cilindrada se observa una disminución sostenida en los límites de emisión.

Tipo de equipo	Clasificación	1986	1987	1991
motocompresores	Flujo nominal de aire en m <sup>3</sup> /min:			
	Q ≤ 5	101		100
	5 < Q ≤ 10	102		100
	10 < Q ≤ 30	104		102
	Q > 30	106		104
Grúas de torre		102		100
Grupos electrógenos de soldadura	Corriente máxima de soldadura:			
	≤ 200 A	104		101
	> 200 A	101		100
Trituradores de hormigón, martillos picadores de mano	Masa del equipo en kilos:			
	m < 20	110		108
	20 < m ≤ 35	113		111
	m > 35	116		114
Cortadoras de césped	Anchura de corte en cm.:			
	L ≤ 50		96	
	50 < L ≤ 120		100	
	L > 35		105	

Fuente: <http://www.ruidos.org>.

Estas directivas solamente cubren una parte muy reducida del equipo ruidoso que se utiliza al aire libre y, en estos últimos años, varios Estados miembros han solicitado la ampliación de la legislación para que contemple otros productos, en particular para garantizar que la legislación nacional que se ha desarrollado sobre las emisiones sonoras de equipos utilizados al aire libre no provoque restricciones al comercio, ni cause problemas al funcionamiento del mercado único. Por ejemplo, existe una legislación que en Francia controla el ruido de las máquinas de construcción y en Alemania regula el ruido de hormigoneras y bombas de hormigón y controles, y en los Países Bajos de los ruidos de las sierras mecánicas.

Con objeto de abordar el problema del ruido de los equipos que se utilizan en el exterior de forma integrada, la Comisión, junto con expertos de los Estados miembros, han estado elaborando una nueva directiva marco con objeto de reunir los equipos ya contemplados en la legislación comunitaria sobre el ruido y una amplia serie de otros productos.

- **Ruido industrial.**

No existe ninguna legislación comunitaria que establezca límites de emisión sonora de las instalaciones industriales. Sin embargo, la directiva propuesta sobre la prevención y reducción integradas de la contaminación (IPPC), respecto a la cual el Consejo elaboró una posición común en 1995, es adecuada en términos de reducción del ruido. Establece el control de las emisiones, incluidas las sonoras, mediante un permiso, teniendo en cuenta las circunstancias locales. La solicitud de permiso debe incluir una descripción de los probables efectos y tanto la solicitud como la concesión del permiso final estarán sujetas al examen de la población. Con la concesión del permiso, la autoridad competente se asegura el cumplimiento de todas las normas de calidad ambiental pertinentes. Por lo tanto, la IPPC constituirá un marco en el que las emisiones sonoras de la industria puedan controlarse si las circunstancias locales requieren tal control. También establece que el Consejo adoptará límites de emisión a nivel europeo si se considera necesario.







cooperación con la Federación de laboratorios europeos de investigación vial, está realizando trabajos de investigación sobre las técnicas de proyección y construcción de las calzadas que pueden ser la base de las normas futuras e incluyen la generación de ruido. También el organismo de normalización CEN está trabajando en una norma para el asfalto poroso que incluirá el criterio del ruido.

### 10.2.5 Utilización de instrumentos económicos.

La utilización de instrumentos económicos para la reducción del ruido no es muy común en Europa. La OCDE, en su informe "Combatir el ruido en los años 90" (OCDE, 1991), llegó a la conclusión que los incentivos económicos para la reducción del ruido se habían demostrado eficaces con respecto a los vehículos rodados en los pocos casos en que fueron utilizados y estaba a favor de su mayor utilización. Los impuestos sobre el ruido, excepto en el sector aeronáutico, han sido utilizados todavía menos que los incentivos y cuando se han utilizado han sido generalmente demasiado bajos como para fomentar la reducción de ruido. Su función principal ha sido aumentar los fondos para las medidas de control del ruido, tales como el aislamiento de edificios.

- **Impuestos y tasas:** La inclusión de una tasa por ruido en los gastos de aterrizaje para los aviones es un instrumento económico bastante utilizado. Se aplicó por primera vez en Europa en los años 70 y tiende a aumentar. Recientemente, 29 de los 99 aeropuertos examinados en Europa indicaban que aplicaban tasas relacionadas con el ruido y otros 27 señalaban que tenían la intención de aplicar dichas tasas en un futuro próximo como instrumento para fomentar la utilización de determinados tipos de aviones (ACI Europa, 1995). En la mayor parte de los países, los ingresos procedentes de la tasa por ruido se destinan a la financiación de programas de aislamiento alrededor de los aeropuertos. El impacto de estas tasas en términos de reducción del ruido ha generado controversia: la evaluación realizada en 1990 por la OCDE señala que su eficacia ha sido baja y no ha influido en los tipos de aviones utilizados por las líneas aéreas, mientras que los informes de Alemania indican que las tasas han ayudado a acelerar el paso a los aviones (Umweltbundesamt, 1996). En 1996, Austria piensa introducir una tasa de utilización de las calzadas que establezca una distinción según las emisiones sonoras y de contaminación atmosférica del vehículo.
- **Incentivos económicos para fomentar la reducción del ruido:** En Alemania y los Países Bajos se han aplicado incentivos bajo la forma de subvenciones para comprar vehículos de transporte de mercancías con bajos niveles de ruido, pero dichos incentivos no se utilizan actualmente. En 1981, en los Países Bajos, los empresarios de vehículos pesados de mercancías podían obtener una subvención si compraban y utilizaban vehículos equipados con "kits silenciosos" que permitían obtener determinadas reducciones de los niveles de ruido. La subvención era del 7,5% y el 5% para las reducciones de 6 dBA y 3 dBA, respectivamente. Los costos de las medidas de reducción del ruido corrían a cargo de los empresarios. En 1988, debido a la reducción en la disponibilidad de fondos, solo los vehículos pesados (más de 12 toneladas) con un nivel de ruido de 79 dBA o inferior podían acogerse a ellas, recibiendo una subvención máxima del 4,5%. Más del 60% de los camiones que circulan actualmente

en los Países Bajos tienen niveles de ruido inferiores en 5 dBA a las actuales normas.

#### **10.2.6 Procedimientos operativos.**

- **Restricciones en la utilización de vehículos y productos ruidosos:** Las restricciones de este tipo más utilizadas han sido las limitaciones impuestas a los camiones, especialmente por la noche, en numerosas ciudades europeas. Las restricciones han sido totales o parciales. Pueden citarse como ejemplos el régimen de las ciudades silenciosas en Francia de los años 80; la prohibición de circulación durante el período nocturno, con excepciones para los vehículos con bajo nivel de ruido, que se aplica en las localidades termales alemanas; una prohibición de circulación de camiones en Salzburgo, de nuevo con excepciones para los vehículos con bajo nivel de ruido; la prohibición de circulación de camiones durante la noche y el fin de semana en el gran Londres, también con incentivos y la prohibición de circulación de camiones durante la noche en la autopista de Tauern, Austria.

La OCDE (OCDE, 1991) evaluó varios de estos regímenes y concluyó que eran necesarias varias condiciones para que tengan éxito:

- un marco jurídico que no esté en conflicto con la legislación supranacional y que incluya una definición de los vehículos de bajo ruido;
- una clara delimitación de la zona restringida e identificación de los vehículos exentos;
- medios de vigilancia y aplicación de las prohibiciones, en los que la población tiene un papel importante que desempeñar;
- cooperación con los fabricantes y empresarios;
- sensibilización pública del problema del ruido, lo que podría ayudar a los empresarios de vehículos con bajos niveles de ruido a tomar conciencia de los beneficios obtenidos de una mejora de sus relaciones públicas.

#### **10.2.7 Apoyo comunitario a la investigación sobre la reducción del ruido.**

A través de las acciones del 3º y 4º Programas marco de investigación y desarrollo se han apoyado cada vez más proyectos destinados a la comprensión de los conceptos fundamentales o al desarrollo de soluciones tecnológicas para los problemas relacionados con el ruido. En concreto, se apoyaron las siguientes actividades de investigación:

- medición del ruido y vibraciones en el marco del programa de Normalización, mediciones y ensayos
- reducción del ruido de los equipos, especialmente de los vehículos de motor, los ferrocarriles y los aviones, en el marco del programa Tecnologías industriales y de materiales
- investigación en el marco del programa de Aplicaciones telemáticas para probar los efectos de las estrategias avanzadas de gestión del tráfico rodado en los niveles de ruido y para apoyar proyectos piloto destinados a obtener información ambiental sobre los niveles de ruido en las zonas urbanas.

### **10.2.8 Información y educación.**

Los programas de información y educación han sido siempre un instrumento importante de las políticas de los Estados miembros en materia de ruido . La OCDE, en 1991, informó que la experiencia realizada en varios países demostraba que las campañas en curso de ámbito limitado y relacionadas con los progresos en la reducción del ruido eran más eficaces que las campañas nacionales, importantes, pero ocasionales y efímeras, sin ninguna relación con los avances realizados y también que las campañas de concienciación emprendidas a nivel local eran más efectivas que las campañas nacionales.

### **10.3 Hacia un nuevo marco para la política comunitaria de lucha contra el ruido.**

A continuación se analizan las opciones con respecto a las medidas de carácter político para el futuro. No obstante, es importante, en primer lugar, establecer claramente cuál es el papel que la Comisión considera debe desempeñar la Comunidad en la reducción del ruido.

#### **10.3.1 El papel de la Comunidad Europea en el futuro.**

Quizás en un mayor grado que en cualquier otro tema ambiental incluido en el Quinto programa de política y actuación medioambiental, la responsabilidad compartida es la clave de una política eficaz contra el ruido . El impacto local del ruido significa que la elaboración y aplicación de soluciones deben ser fundamentalmente de responsabilidad local. Sin embargo, las fuentes de los problemas derivados del ruido son diversas y, a menudo, no son de origen local. Por lo tanto, las organizaciones internacionales han participado desde siempre en la elaboración de normas para productos y, cada vez más, en la cooperación relacionada con la reducción del ruido de los productos y de los efectos de la exposición al ruido.

Sin embargo, hasta ahora, esta responsabilidad compartida, que exige que todos los participantes trabajen en la búsqueda de un objetivo común, no ha funcionado eficazmente. Existen pruebas de falta de coherencia global en las diversas acciones desarrolladas para reducir el ruido. El trabajo realizado a nivel comunitario está en cierto modo obstaculizado por el hecho de que no hay un programa global de reducción del ruido. Las responsabilidades de las acciones ambientales contra el ruido están dispersas en la Comisión y en las diferentes instancias del Consejo. La legislación relativa a las normas de ruido para automóviles, camiones, autobuses y motocicletas han sido tratadas por el Consejo de Asuntos económicos / mercado interior, la legislación relativa al ruido de los las aeronaves la decide el Consejo de Transportes, mientras que el ruido de las máquinas de construcción está dirigido por el Consejo de Medio Ambiente. Además, la eficacia de las medidas de protección contra los ruidos se ha visto reducida por falta de datos fiables y comparables sobre la situación global del ruido que pueden ser utilizados para la evaluación de los progresos alcanzados y también por la insuficiente integración entre las medidas adoptadas a escala comunitaria y las medidas adoptadas a escala nacional y local.

La Comisión considera que es necesario examinar de nuevo el planteamiento actual de la política contra el ruido para aumentar su eficacia a través de un aumento de la coherencia de las diferentes acciones emprendidas con respecto a las diferentes fuentes de ruido. Además, es necesaria una mayor integración y coordinación para lograr que las acciones propuestas en el ámbito de las políticas comunitarias y que

pueden afectar directa o indirectamente el ámbito sonoro contribuyan de forma positiva a la reducción del ruido.

Reevaluación y replanteamiento no significan ampliar las responsabilidades comunitarias para incluir acciones que se deciden mejor a escala nacional y local. Hay, sin embargo, varios ámbitos, por lo que se refiere a la reducción del ruido, en que está surgiendo un consenso a escala comunitaria respecto a la necesidad de un planteamiento común para lograr una acción más efectiva. Estos ámbitos incluyen el establecimiento de métodos comunes de evaluación del ruido y la determinación de índices comunes de exposición como requisitos necesarios para mejorar la lamentable situación actual del ruido ambiental y el intercambio de información sobre la exposición al ruido. La información al público para aumentar la sensibilización y la participación de los ciudadanos en acciones de reducción constituye otro ámbito potencial de cooperación. A mediano plazo podría también surgir un acuerdo sobre un número limitado de valores objetivo para una calidad mínima en términos de ruido.

El ámbito principal de la participación comunitaria continuará siendo la acción relacionada con la reducción del ruido procedente de las diferentes fuentes. Por consiguiente, la Comisión considerará detalladamente las opciones de combinación rentable de instrumentos con arreglo a las disposiciones del Tratado y los principios del mercado único que deban aplicarse a las diversas fuentes. Las posibilidades de utilización de instrumentos económicos para abordar los problemas del ruido originados por los transportes se mencionaron en el Libro Verde de la Comisión de 1995 "Fijación justa y eficiente de los precios en el transporte". En el documento se sugirió que una de las formas de lucha contra el ruido del tráfico rodado podría ser la creación de sistemas basados en impuestos anuales o el establecimiento de precios para la utilización de las infraestructuras viales, mientras que para los ferrocarriles debería estudiarse una modulación de los impuestos ferroviarios en función del ruido. En el documento también se menciona una iniciativa de la Comisión sobre las tasas en los aeropuertos.

Otro ámbito donde existen posibilidades de una mayor participación de la Comunidad es el fomento del intercambio de experiencias de reducción del ruido que puede ayudar a los Estados miembros y a las autoridades locales a ejecutar las diferentes acciones.

### **10.3.2 Un marco para la evaluación de la exposición al ruido.**

"Comparada con las medidas aplicadas y los datos que existen para algunos componentes del medio ambiente que afectan directamente al hombre, como por ejemplo el aire o el agua, la observación del ámbito sonoro sigue siendo muy insuficiente".

Esta declaración, que apareció en el informe de la OCDE "Combatir el ruido en los años noventa", publicado en 1991, sigue siendo verdadera hasta el día de hoy. La medición de los niveles de exposición al ruido y de la exposición de las poblaciones es todavía muy incompleta y los datos se actualizan esporádicamente, a menudo, utilizando modelos simplistas. Sin una mejor información es imposible saber hasta qué punto se está avanzando hacia los objetivos globales, como los establecidos en el Quinto programa de política y actuación medioambiental. Así se señaló en el informe de 1995 sobre la situación del medio ambiente de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Por otro parte, sin una mejor información es mucho más difícil tomar decisiones sobre los instrumentos más eficaces en función de los costos para la futura

acción, es decir, si continuar reforzando los límites de emisión a escala comunitaria o aumentar el alcance de las acciones locales.

La Comisión considera que la mejora de los datos sobre el ruido, su comparabilidad y control y el suministro de información al público constituyen las principales prioridades de la acción a corto y medio plazo y está considerando la posibilidad de proponer medidas legislativas en forma de directiva para establecer un marco para dichas acciones. Los resultados de esta legislación podrían ayudar a superar las deficiencias mencionadas anteriormente y ayudar a las autoridades nacionales y locales y a la Comunidad a tomar decisiones más informadas sobre las medidas que se deben aplicar contra el ruido de las cuales son responsables. Por consiguiente, a la Comisión le gustaría poner en marcha un debate sobre el alcance de una eventual legislación.

Los tipos de medidas que podrían ser incluidas en una propuesta de directiva son:

- **El establecimiento de un índice comunitario común de exposición al ruido para garantizar que los datos sobre la exposición al ruido ambiental se presentan utilizando siempre las mismas unidades de medición del ruido.**

La Comisión considera que el nivel equivalente continuo de presión acústica ponderado A  $L_{Aeq,T}$  en dBA, debería ser el índice comunitario. Éste es ya el modo más utilizado para medir la exposición y está ganando adeptos en todo el mundo como escala para la medición de la exposición al ruido a largo plazo.

- **Disposiciones para el establecimiento y la utilización de métodos armonizados de previsión y medición para evaluar el ruido ambiental de las diferentes categorías de fuentes de ruido.**

La cooperación en el desarrollo de métodos comunes ya se realiza en algunos países europeos y debería tenerse en cuenta.

- **Disposiciones de intercambio de información comparable sobre la exposición al ruido entre los Estados miembros.**

Los datos podrían ser recogidos y difundidos por la Agencia Europea de Medio Ambiente.

- **Evaluación de la exposición al ruido ambiental por las autoridades competentes en los Estados miembros y difusión a la población de la información sobre la exposición.**

La Comisión considera que la cartografía del ruido puede ser, en principio, un método efectivo y relativamente barato para la evaluación de los datos sobre el ruido, su presentación al público y su utilización como herramienta básica de planificación. Estos mapas presentan los valores de exposición al ruido de una zona determinada, por ejemplo en intervalos de 5 dBA, utilizando diferentes colores. De esta forma es fácil reconocer las diferentes exposiciones al ruido e identificar las zonas donde es necesario actuar y las zonas donde, aunque son tranquilas, no deben sufrir un aumento de la exposición.

Estas medidas podrían ser propuestas junto con las acciones de armonización de los datos, como parte de una directiva o presentadas por separado en forma de recomendaciones a los Estados miembros. De forma alternativa, el requisito de informar al público sobre la exposición al ruido podría formar parte de una segunda fase de acción dependiendo de la evaluación de los resultados de la primera fase. La segunda fase podría también incluir el establecimiento de un número limitado de valores objetivo mínimos y la obligación de tomar medidas al nivel más apropiado para resolver estos objetivos.

### **0.3.3 Acción sobre las diferentes fuentes.**

Se resumen brevemente las opciones futuras que la Comisión está considerando en términos de fuentes de ruido prioritarias, para las cuales ya existe legislación comunitaria. Al evaluar estas opciones, la Comisión tendrá como objetivo la ampliación de los distintos instrumentos, la eficacia en el rendimiento en función de los costos y el principio de que "quien contamina paga". El marco para la mejora de los datos será una ayuda en la determinación de las mejores opciones.

- **Opciones futuras para el ruido del tráfico rodado.**

El establecimiento de valores límite de emisión sonora para los vehículos es el principal ámbito de participación comunitaria en la reducción del ruido ambiental hasta la fecha, debido a la importancia del ruido del tráfico rodado, cuyos valores límite son revisados aproximadamente cada cinco años. Una serie de estudios han demostrado que los nuevos valores límite de 1996 supondrán una reducción media de los niveles de ruido del tráfico rodado en zonas urbanas de 2 dBA, comparado con los valores límites anteriores a 1988. Esta reducción depende de la sustitución completa del parque de vehículos y, por lo tanto, tardaría entre 10 y 15 años, pudiendo ser compensada parcialmente por el crecimiento del número de vehículos en circulación. No habría ninguna reducción en zonas rurales y en zonas donde las velocidades son superiores a los 60 km/h, debido a la importancia del ruido neumático/suelo. Se calcula que los costos adicionales de vehículos que están asociados a la introducción de estos límites son del 3% para los coches, el 2% para los autobuses y el 4% para los camiones.

Las nuevas reducciones de los valores límite de 2 dBA son técnicamente posibles, aunque probablemente demasiado costosas. Una estimación prevé que estos valores límite, que exigirían una mayor utilización de aislamientos acústicos, podrían representar un aumento del precio de los automóviles del 5%, del 4% para los autobuses y del 7% para los camiones (Favre y Tyler, 1987), lo que representaría un costo anual de unos 5.000 a 6.000 millones de euros a la industria. Esto podría también tener implicaciones en el peso de los vehículos y, por lo tanto, el precio del combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Se solicitó a la Comisión que presentara una propuesta sobre el ruido de los neumáticos y sus servicios están trabajando actualmente en la elaboración de dicha propuesta, que deberá tener en cuenta, además del ruido producido por los neumáticos, la necesidad de respetar el equilibrio entre la reducción del ruido del neumático y el mantenimiento de la adherencia en suelos mojados. La Comisión considera que la acción futura para la reducción del ruido de los vehículos exigirá que se analicen combinaciones rentables de instrumentos y, en especial, resolver los puntos débiles del planteamiento actual.

Con este objetivo, la Comisión se centrará, para la próxima fase de acción destinada a reducir el ruido del tráfico, en la relación costo / eficacia de una serie de opciones y además de abordar la cuestión ruido de los neumáticos / tipo de pavimento y de si es conveniente aplicar nuevos valores límite de emisión, considerará:

- en el contexto de la actual revisión de los impuestos que se aplican a los vehículos, si una mayor diferenciación en los actuales impuestos anuales sobre los vehículos y el combustible que tenga en cuenta los costos del ruido constituiría un instrumento eficaz.
- la posibilidad de una revisión técnica del procedimiento de prueba (ISO R362) de modo que refleje de forma más realista las condiciones de conducción.
- la posibilidad de modificar la legislación comunitaria sobre los controles técnicos, con objeto de incluir pruebas específicas del ruido de los vehículos que están actualmente en circulación.
- acciones de fomento de la utilización de pavimentos con bajo nivel de ruido. Tal como se indicó anteriormente, la Comunidad apoya la investigación en este campo y el CEN está trabajando en la elaboración de normas para los pavimentos. Este trabajo debería acelerarse. Además, la Comunidad representa una fuente importante de financiación para la construcción de carreteras a través de los Fondos estructurales y de cohesión y de la línea presupuestaria "Redes transeuropeas", que deberán ser construidas de conformidad con las normas ambientales y de seguridad lo más altas posible. Por consiguiente, la Comisión fomentará la utilización de pavimentos de bajo nivel de ruido en los proyectos de carreteras situadas en zonas sensibles al ruido que reciban financiación comunitaria, siempre que sea posible y rentable y que estas superficies ofrezcan las mismas garantías en términos de seguridad y durabilidad.

- **Opciones para reducir el ruido ferroviario.**

Una de las prioridades de la política comunitaria de transportes es lograr un mejor equilibrio entre los diferentes medios de transporte, lo que implica reforzar el papel del transporte ferroviario. Esto a su vez requerirá aumentar la capacidad y las infraestructuras en algunas zonas. Sin embargo, como las principales críticas del público con respecto al transporte por ferrocarril son el excesivo ruido , que podría aumentar con el desarrollo del tren de alta velocidad, existe en muchos sectores una oposición considerable a la expansión de las infraestructuras o de la capacidad. Por lo tanto, es necesario un mayor esfuerzo de reducción del ruido si se quiere conseguir una mayor aceptación de la expansión de este tipo de tráfico.

Dos ámbitos suscitan una preocupación particular: el tren de alta velocidad y los vagones de mercancías.

- El problema del ruido del tren de alta velocidad está planteado en la Directiva del Consejo del 23.7.96 (D.O.C.E. nº L 235) sobre la interoperabilidad de la red de alta velocidad. Esta Directiva incluye una especificación según la cual, "la operación de la red transeuropea del tren de alta velocidad debe atenerse a los límites estatutarios relativos al ruido . En ella se crea un organismo conjunto en representación de los gestores de las infraestructuras, las empresas del transporte ferroviario y la industria, cuya tarea será, entre otras, proponer límites de emisión sonora para los trenes de alta velocidad, con vistas a una

decisión del comité de representantes de los Estados miembros previsto por la directiva.

- En el sector de las mercancías se ha avanzado menos que en el transporte de pasajeros. La Unión de industrias ferroviarias internacional (UNIFE) estableció un objetivo a medio plazo sobre la reducción de emisiones sonoras de los vagones de mercancías entre 8 y 10 dBA, que considera posible, a pesar de que repercute de forma significativa en los costos. Según lo mencionado en el Capítulo 3, algunos Estados miembros están considerando la posibilidad de introducir medidas legislativas nacionales para fijar niveles de emisión, y la industria y los empresarios ferroviarios han solicitado una acción a escala internacional.

La reducción del ruido está siendo desde hace tiempo uno de los temas importantes de la investigación que apoya la industria ferroviaria y la Comunidad, que está redoblando sus esfuerzos a través del programa "Trenes y sistemas ferroviarios del futuro", tanto para los sistemas de transporte de mercancías, como de los pasajeros.

Al mismo tiempo que se apoyan los trabajos de investigación, la Comisión, en cooperación con las partes interesadas y otras organizaciones internacionales investigará la posibilidad de introducir nuevos instrumentos. Entre estas posibilidades se encuentran instrumentos económicos tales como un impuesto variable de utilización de las vías que permitiría que el costo de infraestructura que se cobra por la utilización de las mismas se diferenciara en función de los niveles de ruido de los vagones, la legislación sobre límites de emisión, un acuerdo negociado entre la industria ferroviaria y la Comunidad sobre objetivos de reducción de ruido y medidas para asegurar el mantenimiento del equipo actualmente utilizado. Una evaluación considerará las posibilidades de utilizar una combinación de estos instrumentos. Un acuerdo sobre los métodos armonizados de evaluación y previsión del ruido ferroviario facilitaría considerablemente la introducción de dichos instrumentos.

- **Opciones futuras para reducir el ruido de las aeronaves.**

En el transporte aéreo, así como en los demás medios de transporte, la Comisión trata de desarrollar un enfoque integrado de reducción del ruido, basado en una evaluación de una combinación de instrumentos. La evaluación incluirá valores de emisión más rigurosos y la utilización de instrumentos económicos para fomentar el desarrollo y utilización de aeronaves con menores niveles de ruido, así como las contribuciones de medidas locales, tales como la planificación territorial.

En cuanto a los límites de emisión, desde hace varios años se está estudiando la posibilidad de un mayor rigor a nivel internacional en el Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación (CAEP), que tiene la tarea de presentar recomendaciones al Consejo internacional de la aviación civil. La última sesión del CAEP, realizada a finales de 1995, no consiguió llegar a un acuerdo sobre una recomendación de mayor severidad en el ruido de las aeronaves, a pesar de que una mayoría de los países representados en el Comité estaba a favor de adoptar medidas más rigurosas. Como consecuencia del fracaso del CAEP3, la Comisión tiene la intención de publicar en un futuro próximo un documento de consulta y continuar trabajando para obtener un acuerdo en los organismos internacionales sobre la aplicación de normas más rigurosas de emisión y la armonización de la medición de las emisiones.

El documento de consulta también incluirá una consideración sobre la contribución que podría tener una planificación territorial alrededor de los aeropuertos de conformidad con las disposiciones del Programa de acción común de los transportes (COM (95) 302), sobre el desarrollo de un marco común para las normas de aprovechamiento del suelo.

En el sector del transporte aéreo, los instrumentos económicos en forma de impuestos de aeropuerto ya se utilizan ampliamente para fomentar objetivos ambientales, así como para otros fines. Un análisis de los sistemas impositivos de los aeropuertos que se aplican en los aeropuertos de la Comunidad, realizado por la Comisión, puso en evidencia que muchos de los sistemas existentes no aseguraban una tratamiento justo y equitativo a todos los usuarios, como lo exige el mercado único. Por lo tanto, en 1996 está prevista una propuesta específica de la Comisión sobre los impuestos aplicados en los aeropuertos en general, basada en los principios de no discriminación, la relación entre los impuestos y los costos y la transparencia e incluirá disposiciones para la modulación de los impuestos, con objeto de contribuir a mejorar el medio ambiente, con medidas como las que tienen como finalidad reducir el ruido.

Una clasificación acústica de los tipos de aeronaves de conformidad con su ruido operativo real, basados en el ruido certificado, facilitaría la aplicación práctica de esta modulación y contribuiría a la transparencia global del sistema impositivo. La Comisión, junto con los aeropuertos y los fabricantes, estudiará las posibilidades de una clasificación de este tipo.

- **Maquinaria al aire libre.**

Tal como se mencionó anteriormente, en estos últimos años se ha solicitado a la Comisión que ampliara la legislación relativa al ruido que se aplica actualmente a un número limitado de tipos de equipo que se utilizan en el aire libre. Sin embargo, si la Comunidad utilizara el mismo planteamiento para controlar las emisiones sonoras de otros tipos de máquinas que el de las siete directivas existentes, supondría un enorme aumento de la legislación, lo que significaría consumir mucho tiempo y no sería rentable en términos de su impacto en la industria y en la utilización de la mano de obra. Además, no existe ninguna garantía de que tal planteamiento lograra las mejoras ambientales que la Comunidad está buscando. Los servicios de la Comisión, por lo tanto, han estado trabajando con expertos de los Estados miembros en un nuevo planteamiento para controlar las emisiones sonoras de una variedad mucho más amplia de equipo al aire libre, lo que ampliará, pero al mismo tiempo simplificará, la legislación.

En 1997, la Comisión tiene la intención de proponer una directiva marco que cubra a más de 60 tipos de equipo utilizados al aire libre, no sólo material de construcción, sino también de jardinería, y equipo utilizado en determinados vehículos (tales como vehículos de recogida de basura y contenedores de vidrio) y que incorporaría a las siete directivas existentes relativas al ruido del equipo al aire libre. La característica principal de la nueva directiva será la obligación para los fabricantes de que etiqueten todo equipo que quieran comercializar con el nivel garantizado de emisión sonora. La OCDE informó en 1991 que el etiquetado de productos con la información estandarizada sobre niveles de emisión sonora había despertado el interés como un medio barato de crear un mercado para productos con bajo nivel de ruido (OCDE, 1991). Se propondrán valores límite de ruido solamente para el equipo cubierto ya por la legislación relativa al ruido y para una serie limitada de equipo

altamente ruidoso, basándose en análisis apropiados de su eficacia y rentabilidad. La Directiva incluirá posteriormente disposiciones que permitirán añadir a la lista otros equipos. Otra característica importante será la obtención de información sobre la gama de valores de emisión sonora del equipo en el mercado, su número y contribución a la exposición al ruido. Esto permitiría, en caso de necesidad, adoptar posteriormente medidas adicionales, como por ejemplo nuevos valores límite, criterios para la concesión de premios de etiquetado ecológico o incentivos económicos. Además, el etiquetado ayudaría a los responsables a escala local a tomar decisiones sobre la utilización de determinado equipo en zonas sensibles al ruido.

#### **10.3.4 Contribuciones de la Comunidad a las acciones de reducción del ruido en los Estados miembros. Fomentar los intercambios de experiencias.**

La planificación territorial, la educación y el aumento de la sensibilización son instrumentos de la política contra el ruido en los que la Comunidad puede desempeñar un papel de ayuda a los Estados miembros y a las autoridades locales en la aplicación de medidas de reducción de los ruidos, básicamente a través del fomento de los intercambios de experiencias y la difusión de las buenas prácticas. En comparación con otras cuestiones ambientales, parece haber menos intercambio de experiencias entre las autoridades locales de Europa por lo que respecta a las acciones aplicadas contra el ruido. No obstante, las diversas iniciativas de cooperación sobre las cuestiones relacionadas con los transportes urbanos entre autoridades locales de Europa tendrán un impacto positivo sobre la reducción del ruido.

En el ámbito de revisión del Quinto programa de acción ambiental, la Comisión, en cooperación con expertos de los Estados miembros y las asociaciones de autoridades locales, tiene la intención de preparar una guía relativa a la aplicación del programa a escala local y sus implicaciones para las autoridades locales. La reducción del ruido ocupará un lugar destacado en esta guía.

La Comunidad dispone también de varios instrumentos financieros a través de los cuales se apoyan iniciativas conjuntas con los Estados miembros y, en particular, con las autoridades locales, y a las que se podría dar una mayor prioridad para la reducción del ruido.

Estas iniciativas incluyen:

- El programa LIFE, instrumento financiero de la Comunidad para la protección del medio ambiente, en el que se puede solicitar asistencia para acciones de demostración, fomento y asistencia técnica por parte de las autoridades locales para fomentar la integración de consideraciones ambientales en el desarrollo y la planificación territorial. El ruido, junto con la atmósfera, el agua y los residuos son los temas prioritarios.
- Asistencia a medidas de sensibilización ambiental, con fondos procedentes de los recursos financieros disponibles para la política ambiental.
- El sector medioambiental del programa de Aplicaciones telemáticas, donde se aprueban proyectos piloto destinados a mejorar los sistemas de información medioambiental al público y a los gestores del medio ambiente sobre cuestiones como el ruido.

- Asistencia a proyectos de interconexiones y cooperación entre las zonas urbanas y proyectos experimentales urbanos con arreglo al artículo 10 del reglamento del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, en los que la reducción del ruido podría estar incluida en los proyectos integrados para las zonas urbanas.

Podemos concluir que, en el Libro Verde la Comisión presenta un planteamiento gradual posible del desarrollo de un nuevo marco para la política comunitaria contra el ruido que, hasta la fecha, no había sido considerada parte de la política de medio ambiente y no había recibido la atención que merece. El problema del ruido es complejo y las medidas de reducción del ruido deben inscribirse en un contexto a largo plazo. Por consiguiente, uno de los objetivos del documento era abundar en los esfuerzos realizados en otros ámbitos para que la reducción del ruido tenga una mayor prioridad en la elaboración de la política medioambiental.

El documento no intentaba presentar de forma pormenorizada toda la variedad de soluciones a los problemas del ruido ambiental, sino centrarse en los ámbitos donde es conveniente y parece rentable que la Comunidad intervenga en cooperación con los Estados miembros y las autoridades locales.

Las opciones de acción por lo que respecta a los métodos de medición, de control y del intercambio de información y su suministro al público representan pasos importantes para el establecimiento de un marco global de acción. En particular, si se informa mejor a la población se contribuirá a sensibilizarla más sobre la verdadera dimensión del problema y, con ello, se influirá en su propio comportamiento, siendo un ámbito donde la cooperación a través de la Comunidad puede representar un importante valor añadido.

Además, estas acciones podrían ayudar a la Comunidad, a los Estados miembros y a las autoridades locales en la evaluación de la combinación óptima de instrumentos aplicables a las diferentes fuentes de ruido. Sin embargo, queda todavía mucho trabajo por hacer para evaluar las combinaciones óptimas de instrumentos.

### **10.3.5 Sexto programa de acción de la Comunidad Europea en materia de medio ambiente. Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos.**

Un medio ambiente sano es fundamental para mantener prosperidad y calidad de vida a largo plazo. Los ciudadanos europeos exigen un nivel elevado de protección del medio ambiente. El crecimiento que va a registrarse en el futuro y el nivel de bienestar, cada vez más alto, van a ejercer una presión sobre la capacidad del planeta de sostener la demanda de recursos y de absorber la contaminación. Además, el hecho de disponer de normas medioambientales rigurosas supone un motor para la innovación y abre oportunidades para las empresas. En general, la sociedad debe esforzarse en disociar impacto y degradación ambiental, por un lado, y crecimiento económico, por otro. Las empresas tienen que aumentar su rendimiento ecológico, en otras palabras, producir un volumen igual o superior de productos utilizando menos recursos y generando menos residuos, y los modelos de consumo tienen que hacerse más sostenibles.

En la Unión Europea, treinta años de política de medio ambiente han desembocado en un sistema global de controles medioambientales. El V Programa de medio ambiente (1992- 1999), 'Hacia un desarrollo sostenible', adoptó nuevas medidas y abrió un compromiso más amplio para integrar la dimensión medioambiental en las

demás políticas. La evaluación global del programa llegó a la conclusión de que, pese a los resultados conseguidos a la hora de reducir el nivel de contaminación en algunas áreas, seguía habiendo problemas y el medio ambiente iba a seguir deteriorándose a menos que:

- se avanzara más en la aplicación de la legislación de medio ambiente en los Estados miembros,
- se intensificara y profundizara la integración del medio ambiente en las políticas económicas y sociales que ejercen presiones medioambientales.
- los ciudadanos y las partes interesadas se involucraran más en la labor de protección del medio ambiente.
- se diera nuevo impulso a las medidas destinadas a solucionar graves y persistentes problemas ecológicos y otros problemas nuevos que están empezando a aparecer.

Este contexto ha condicionado la orientación estratégica del VI Programa de medio ambiente, que establece los objetivos y prioridades medioambientales que van a formar parte de la estrategia de la Comunidad Europea a favor del desarrollo sostenible. El Programa determina las prioridades y objetivos principales de la política medioambiental para los próximos cinco a diez años, y describe las medidas que deberán adoptarse.

La política de medio ambiente tiene que aplicar una estrategia innovadora y buscar nuevas maneras de trabajar con un amplio espectro de la sociedad.

Es preciso mejorar la aplicación de la legislación medioambiental vigente. Las acciones judiciales enérgicas en el Tribunal de Justicia deben combinarse con un apoyo a las mejores prácticas y con una política de información de la población para poner nombre y apellidos a cumplidores e infractores de la normativa.

Hay que profundizar la integración de las preocupaciones medioambientales en las demás políticas mediante, por ejemplo, una evaluación exhaustiva, desde el punto de vista del medio ambiente, de todas las iniciativas políticas de la Comisión. Los resultados deben medirse con indicadores y evaluaciones comparativas.

Trabajar con el mercado a través de los intereses de empresas y consumidores va a contribuir a una producción y unos modelos de consumo más sostenibles. No hay que limitarse a penalizar a las empresas en caso de incumplimiento; deben, también, introducirse sistemas para recompensar sus buenos resultados. Los consumidores necesitan información que les permita elegir productos respetuosos del medio ambiente y condicionar así al mercado. Las subvenciones públicas deben servir para promocionar prácticas respetuosas del medio ambiente. Las subvenciones públicas que favorecen prácticas nocivas para el medio ambiente deben desaparecer. Es preciso animar a las empresas para que innoven, por ejemplo aprovechando las oportunidades que brindan el uso, desarrollo y difusión de las tecnologías no contaminantes.

Los ciudadanos toman cada día decisiones que tienen un efecto directo o indirecto sobre el medio ambiente. La posibilidad de acceder con más facilidad a

información de mejor calidad sobre medio ambiente y cuestiones prácticas les ayudará a formarse una opinión y tomar una decisión.

Las decisiones que adoptan los Estados miembros sobre planificación y gestión de los usos del suelo pueden tener grandes repercusiones sobre el medio ambiente y provocar una fragmentación de las zonas rurales y presiones en zonas urbanas y costeras. La Comunidad puede aportar ayuda promoviendo las mejores prácticas y a través de los Fondos Estructurales.

Estos planteamientos van a aplicarse a todas las cuestiones medioambientales.

### **10.3.6 Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 25 de junio de 2002. Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.**

La Directiva 2002/49/CE tiene por objeto: establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental. Con este fin, se aplicarán progresivamente las medidas siguientes:

- a determinación de la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros;
- poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos;
- la adopción de planes de acción por los Estados miembros, tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.
- sentar unas bases que permitan elaborar medidas comunitarias para reducir los ruidos emitidos por las principales fuentes, en particular vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carretera, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles..

La Directiva 2002/49/CE se aplicará al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas en una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido.

La Directiva no se aplicará al ruido producido por la propia persona expuesta, por las actividades domésticas, por los vecinos, en el lugar de trabajo ni en el interior de medios de transporte, así como tampoco a los ruidos debidos a las actividades militares en zonas militares.

Los Estados miembros designarán las autoridades y entidades competentes, en los niveles adecuados, responsables de la aplicación de la presente Directiva, en particular las autoridades responsables de:

- la elaboración y, en su caso, aprobación de los mapas de ruido y planes de acción para aglomeraciones urbanas, grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos;
- la recopilación de los mapas de ruido y planes de acción.

## **10.4 Legislación Española.**

### **10.4.1 Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.**

El ruido en su vertiente ambiental, no circunscrita a ámbitos específicos como el laboral, sino en tanto que inmisión sonora presente en el hábitat humano o en la naturaleza, no ha sido tradicionalmente objeto de atención preferente en la normativa protectora del medio ambiente. Tratamos del ruido en un sentido amplio, y éste es el alcance de la Ley, comprensivo tanto del ruido propiamente dicho, perceptible en forma de sonido, como de las vibraciones: tanto uno como otras se incluyen en el concepto de contaminación acústica cuya prevención, vigilancia y reducción son objeto de esta Ley.

En la legislación española, el mandato constitucional de proteger la salud (artículo 43 de la Constitución) y el medio ambiente (artículo 45 de la Constitución) engloban en su alcance la protección contra la contaminación acústica. Además, la protección constitucional frente a esta forma de contaminación también encuentra apoyo en algunos derechos fundamentales reconocidos por la Constitución, entre otros, el derecho a la intimidad personal y familiar, consagrado en el artículo 18.1.

Sin embargo, el ruido carecía hasta esta Ley de una norma general reguladora de ámbito estatal, y su tratamiento normativo se desdoblaba, a grandes rasgos, entre las previsiones de la normativa civil en cuanto a relaciones de vecindad y causación de perjuicios, la normativa sobre limitación del ruido en el ambiente de trabajo, las disposiciones técnicas para la homologación de productos y las ordenanzas municipales que conciernen al bienestar ciudadano o al planeamiento urbanístico.

La Unión Europea tomó conciencia, a partir del Libro Verde de la Comisión Europea sobre Política Futura de Lucha Contra el Ruido, de la necesidad de aclarar y homogeneizar el entorno normativo del ruido, reconociendo que con anterioridad la escasa prioridad dada al ruido se debe en parte al hecho de que el ruido es fundamentalmente un problema local, que adopta formas muy variadas en diferentes partes de la Comunidad en cuanto a la aceptación del problema. Partiendo de este reconocimiento de la cuestión, sin embargo, el Libro Verde llega a la conclusión de que, además de los esfuerzos de los Estados miembros para homogeneizar e implantar controles adecuados sobre los productos generadores de ruido, la actuación coordinada de los Estados en otros ámbitos servirá también para acometer labores preventivas y reductoras del ruido en el ambiente.

En línea con este principio, los trabajos de la Unión Europea han conducido a la adopción de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (la Directiva sobre Ruido Ambiental). La trasposición de esta Directiva ofrece una oportunidad idónea para dotar de mayor estructura y orden al panorama normativo español sobre el ruido, elaborando una ley que contenga los cimientos en que asentar el acervo normativo en

materia de ruido que ya venía siendo generado anteriormente por las comunidades autónomas y entes locales.

La Directiva sobre Ruido Ambiental marca una nueva orientación respecto de las actuaciones normativas previas de la Unión Europea en materia de ruido. Con anterioridad, la reglamentación se había centrado sobre las fuentes del ruido. Las medidas tendentes a reducir el ruido en origen han venido dando sus frutos, pero los datos obtenidos muestran que, pese a la constante mejora del estado del arte en la fabricación de estas fuentes de ruido, el resultado beneficioso de estas medidas sobre el ruido ambiental se ha visto minorado por la combinación de otros factores que aún no han sido atajados.

Diariamente inciden sobre el ambiente múltiples focos de emisiones sonoras, con lo que se aprecia la necesidad de considerar el ruido ambiental como producto de múltiples emisiones que contribuyen a generar niveles de contaminación acústica poco recomendables desde el punto de vista sanitario, del bienestar y de la productividad. La Directiva sobre Ruido Ambiental define dicho ruido ambiental como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

En cuanto a los lugares en los que se padece el ruido, según la Directiva sobre Ruido Ambiental ésta se aplica al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos. Según la Directiva, esto se produce en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otros lugares tranquilos dentro de una aglomeración urbana, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido, pero no únicamente en ellos.

Partiendo de la delimitación de su ámbito objetivo que ha quedado apuntada, la Directiva sobre Ruido Ambiental se fija las siguientes finalidades:

- Determinar la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros.
- Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos.
- Adoptar planes de acción por los Estados miembros tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

La Directiva sobre Ruido Ambiental impone a los Estados miembros la obligación de designar las autoridades y entidades competentes para elaborar los mapas de ruido y planes de acción, así como para recopilar la información que se genere, la cual, a su vez, deberá ser transmitida por los Estados miembros a la Comisión y puesta a disposición de la población.

Estos propósitos son, de una parte, coherentes con la voluntad del legislador español, que deseaba dotar de un esquema básico y estatal a la normativa dispersa relacionada con el ruido que, en los niveles autonómico y local, pueda elaborarse antes o después de la promulgación de esta Ley.

Por otra parte, la Directiva sobre Ruido Ambiental pretende proporcionar la base para desarrollar y completar el conjunto de medidas comunitarias existente sobre el ruido emitido por determinadas fuentes específicas y para desarrollar medidas adicionales a corto, medio y largo plazo. Para ello, los datos sobre los niveles de ruido ambiental se deben recabar, cotejar y comunicar con arreglo a criterios comparables en los distintos Estados miembros; es necesario también establecer métodos comunes de evaluación del ruido ambiental y una definición de los valores límite en función de indicadores armonizados para calcular los niveles de ruido.

El alcance y contenido de esta Ley es, sin embargo, más amplio que el de la Directiva que por medio de aquélla se traspone, ya que la Ley no se agota en el establecimiento de los parámetros y medidas a las que alude la directiva respecto, únicamente, del ruido ambiental, sino que tiene objetivos más ambiciosos. Al pretender dotar de mayor cohesión a la ordenación de la contaminación acústica en el ámbito estatal en España, contiene múltiples disposiciones que no se limitan a la mera trasposición de la directiva y quieren promover activamente, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica de nuestro entorno. Frente al concepto de ruido ambiental que forja la directiva, y pese a que por razones de simplicidad el título de esta ley sea Ley del Ruido, la contaminación acústica a la que se refiere el objeto de esta ley se define como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

En el capítulo I, Disposiciones generales, contiene los preceptos que establecen el objeto, ámbito de aplicación y finalidad de la Ley. Comienza la Ley por enunciar el propósito genérico de prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, todo ello a fin de evitar daños para la salud, los bienes y el medio ambiente.

El ámbito de aplicación de la Ley se delimita, desde el punto de vista subjetivo, por referencia a todos los emisores acústicos de cualquier índole, excluyéndose no obstante la contaminación acústica generada por algunos de ellos. Ha de tenerse en cuenta que, a los efectos de la ley, el concepto de emisor acústico se refiere a cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

En particular, interesa justificar la exclusión del alcance de la Ley de la contaminación acústica originada en la práctica de actividades domésticas o las relaciones de vecindad, siempre y cuando no exceda los límites tolerables de conformidad con los usos locales. En la tradición jurídica española y de otros países de nuestro entorno más próximo, las relaciones de vecindad han venido aplicando a todo tipo de inmisiones, incluidas las sonoras, un criterio de razonabilidad que se vincula a las prácticas consuetudinarias del lugar. Parece ajeno al propósito de esta Ley alterar este régimen de relaciones vecinales, consolidado a lo largo de siglos de aplicación, sobre todo teniendo en cuenta que el contenido de esta ley en nada modifica la plena vigencia de los tradicionales principios de convivencia vecinal.

Por otra parte, se excluye también la actividad laboral en tanto que emisor acústico y respecto de la contaminación acústica producida por aquélla en el correspondiente lugar de trabajo, la cual seguirá rigiéndose por la normativa sectorial aplicable, constituida principalmente por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo, así como el Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Siguiendo la técnica legislativa habitual de las disposiciones comunitarias (y no se olvide que esta norma cumple, entre otros, el objetivo de trasponer al derecho interno la Directiva sobre Ruido Ambiental), se incluyen en el artículo 3 una serie de definiciones de determinados conceptos que posteriormente aparecen a lo largo del texto, lo que redundará en un mayor grado de precisión y de seguridad jurídica a la hora de la aplicación concreta de la norma.

El capítulo I contiene también, disposiciones relativas a la distribución competencial en materia de contaminación acústica. En cuanto a la competencia para la producción normativa, sin perjuicio de la competencia de las comunidades autónomas para desarrollar la legislación básica estatal en materia de medio ambiente, se menciona la competencia de los ayuntamientos para aprobar ordenanzas sobre ruido y para adaptar las existentes y el planeamiento urbanístico a las previsiones de la Ley. Además, se especifican las competencias de las diferentes Administraciones públicas en relación con la distintas obligaciones que en la ley se imponen y se regula la información que dichas Administraciones han de poner a disposición del público.

El capítulo II contiene las previsiones del proyecto sobre calidad acústica, definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito. El Gobierno ha de fijar los objetivos de calidad acústica aplicables a cada tipo de área acústica, de manera que se garantice, en todo el territorio del Estado español, un nivel mínimo de protección frente a la contaminación acústica. También se fijarán por el Gobierno los objetivos de calidad aplicables al espacio interior habitable de las edificaciones.

Las áreas acústicas son zonas del territorio que comparten idénticos objetivos de calidad acústica. Las comunidades autónomas gozan de competencias para fijar los tipos de áreas acústicas, clasificadas en atención al uso predominante del suelo, pero esta ley marca la tipología mínima de aquellos, y el Gobierno deberá establecer reglamentariamente los criterios a emplear en su delimitación.

En relación con las áreas acústicas, interesa mencionar dos supuestos especiales que son, de una parte, las reservas de sonidos de origen natural, y, de otra parte, las zonas de servidumbre acústica. La peculiaridad que ambas comparten es que no tienen consideración de áreas acústicas, debido a que en ningún caso se establecerá para ellas objetivos de calidad acústica. En consecuencia, ambos tipos de espacios se excluirán del ámbito de las áreas acústicas en que se divida el territorio.

La representación gráfica de las áreas acústicas sobre el territorio dará lugar a la cartografía de los objetivos de calidad acústica. En la Ley, los mapas resultantes de esta representación gráfica se conciben como instrumento importante para facilitar la aplicación de los valores límite de emisión e inmisión que ha de determinar el Gobierno. En cada área acústica, deberán respetarse los valores límite que hagan posible el cumplimiento de los correspondientes objetivos de calidad acústica.

No obstante lo anterior, la Ley se dota de la necesaria flexibilidad al objeto de prever situaciones en las cuales, con carácter excepcional, pueda ser recomendable suspender la exigibilidad de los objetivos de calidad acústica, bien con ocasión de la celebración de determinados eventos, a solicitud de los titulares de algún emisor acústico en determinadas circunstancias o en situaciones de emergencia, y, en este último caso, sin ser precisa autorización alguna, siempre y cuando se cumplan los requisitos marcados por la Ley y, en particular, la superación de los objetivos de calidad acústica sea necesaria.

Un supuesto peculiar, ya enunciado anteriormente, es el de las zonas de servidumbre acústica, que se definen como los sectores del territorio situados en el entorno de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo, portuario o de otros equipamientos públicos que se determinen reglamentariamente.

Todas las mediciones y evaluaciones acústicas a que se refiere la ley asumen la aplicación de índices acústicos homogéneos en la totalidad del territorio español respecto de cada período del día. La Ley cuenta entre sus objetivos principales la fijación de dichos índices homogéneos, a través de sus normas de desarrollo.

A su vez, los valores límite, tanto de los índices de inmisión como de los índices de emisión acústica, se determinarán por el Gobierno, si bien las comunidades autónomas y los ayuntamientos pueden establecer valores límite más rigurosos que los fijados por el Estado.

La cartografía sonora prevista en la ley se completa con los denominados mapas de ruido. Los mapas de ruido son un elemento previsto por la Directiva sobre Ruido Ambiental y encaminado a disponer de información uniforme sobre los niveles de contaminación acústica en los distintos puntos del territorio, aplicando criterios homogéneos de medición que permitan hacer comparables entre sí las magnitudes de ruido verificadas en cada lugar.

El calendario de elaboración de los mapas de ruido que se establece en la Ley se corresponde plenamente con las previsiones de la Directiva sobre Ruido Ambiental, sin perjuicio de que las comunidades autónomas puedan prever la aprobación de mapas de ruido adicionales, estableciendo los criterios al efecto. Los mapas de ruido tienen por finalidad la evaluación global de la exposición actual a la contaminación acústica de una determinada zona, de manera que se puedan hacer predicciones y adoptar planes de acción en relación con aquélla.

Los tipos, contenido y formato de los mapas de ruido serán determinados por el Gobierno reglamentariamente, así como las formas de su presentación al público. La combinación de los mapas de ruido, que muestran la situación acústica real y presente, con la cartografía de calidad acústica, que representa los objetivos de calidad acústica de cada área acústica en que se divide el territorio, así como las zonas de servidumbre acústica que se establezcan, sin duda será muy útil para presentar de manera clara y atractiva la información más importante para planificar las medidas de prevención y corrección de la contaminación acústica.

De este modo se alcanza el capítulo III de la Ley, con la rúbrica Prevención y corrección de la contaminación acústica. Si las previsiones del capítulo II iban destinadas a proporcionar información y criterios de actuación a las Administraciones públicas competentes, en este capítulo se enuncian ya los instrumentos de los que

tales Administraciones pueden servir para procurar el máximo cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

Las medidas se dividen, con carácter general, en dos grandes bloques: la acción preventiva y la acción correctora. Dentro de la acción preventiva caben las siguientes facetas:

- La planificación territorial y planeamiento urbanístico, que deben tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación de planeamiento o medidas semejantes.
- La intervención administrativa sobre los emisores acústicos, que ha de producirse de modo que se asegure la adopción de las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica que puedan generar aquéllos y que no se supere ningún valor límite de emisión aplicable. Es importante destacar que esta intervención no supone en ningún caso la introducción de una nueva figura de autorización administrativa, sino que la evaluación de la repercusión acústica se integra en los procedimientos ya existentes de intervención administrativa, a saber, el otorgamiento de la autorización ambiental integrada, las actuaciones relativas a la evaluación de impacto ambiental y las actuaciones relativas a la licencia municipal regulada por el Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas o normativa autonómica aplicable en esta materia. También se debe señalar que los cambios en las mejores técnicas disponibles que puedan reducir significativamente los índices de emisión sin imponer costes excesivos pueden dar lugar a revisión de los actos de intervención administrativa previamente acordados sin que de ello se derive indemnización para los afectados.
- El autocontrol de las emisiones acústicas por los propios titulares de emisores acústicos.
- La prohibición, salvo excepciones, de conceder licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las correspondientes áreas acústicas.
- La creación de reservas de sonidos de origen natural, que podrán ser delimitadas por las comunidades autónomas y ser objeto de planes de conservación encaminados a preservar o mejorar sus condiciones acústicas.

La necesidad de acción correctora se hace patente de forma acusada en las zonas de protección acústica especial y en las zonas de situación acústica especial. Las primeras son áreas acústicas en las que se incumplen los objetivos aplicables de calidad acústica, aun observándose por los emisores acústicos los valores límite de emisión. Una vez declaradas, procede la elaboración de planes zonales para la mejora acústica progresiva del medio ambiente en aquéllas, hasta alcanzar los objetivos de calidad acústica correspondientes. No obstante, cuando los planes zonales hubieran

fracasado en rectificar la situación, procede la declaración como zona de situación acústica especial, admitiendo la inviabilidad de que se cumplan en ella tales objetivos a corto plazo, pero previendo medidas correctoras encaminadas a mejorar los niveles de calidad acústica a largo plazo y asegurar su cumplimiento, en todo caso, en el ambiente interior.

La Ley estipula, asimismo, unos instrumentos intermedios, que pueden ser tanto preventivos como correctores: los planes de acción en materia de contaminación acústica, que es, nuevamente, materia regulada en la Directiva sobre Ruido Ambiental. Los planes de acción deben corresponder, en cuanto a su alcance, a los ámbitos territoriales de los mapas de ruido, y tienen por objeto afrontar globalmente las cuestiones relativas a contaminación acústica, fijar acciones prioritarias para el caso de incumplirse los objetivos de calidad acústica y prevenir el aumento de contaminación acústica en zonas que la padezcan en escasa medida.

En el capítulo IV de la Ley, Inspección y régimen sancionador, la tipificación de infracciones y sanciones se acomete, bajo la preceptiva reserva de ley, sin perjuicio de las competencias que disfrutaban tanto las comunidades autónomas como los propios ayuntamientos para establecer infracciones administrativas adicionales. El catálogo de infracciones en materia de contaminación acústica puede, en algún punto, duplicar la tipificación de una infracción ya prevista en alguna otra norma vigente; sin embargo, por razones de conveniencia y sistemática, se ha optado por no omitir la tipificación en esta ley de las infracciones que pudieran resultar, de este modo, redundantes, a fin de evitar la dispersión, y eventuales discordancias, en el tratamiento normativo de aquéllas. En aquellos supuestos donde unos mismos hechos fueran subsumibles en las normas sancionadoras previstas en esta ley y las establecidas en alguna otra norma que pudiera reputarse aplicable, habrán de aplicarse las normas de concurso que, en su caso, estuviesen establecidas en la otra norma o, en su defecto, las normas de concurso generales.

La atribución de la potestad sancionadora recae, como principio general, preferentemente sobre las autoridades locales, más próximas al fenómeno de contaminación acústica generado. La Administración General del Estado, en línea con este principio, únicamente ejercerá la potestad sancionadora en el ejercicio de sus competencias exclusivas.

En cuanto a las labores inspectoras que en este mismo capítulo se contemplan, la Ley prevé que, de conformidad con lo preceptuado en el apartado 4 del artículo 20 de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, las entidades locales puedan establecer tasas para repercutir el coste de las inspecciones sobre el titular del correspondiente emisor acústico objeto de inspección.

Esta Ley se completa con un elenco de disposiciones adicionales y transitorias, así como con las oportunas disposiciones derogatorias.

Además del calendario de aplicación de la Ley, las disposiciones adicionales contienen una serie de medidas que inciden sobre materias regidas por otras normas, como son la Ley de Ordenación de la Edificación, el Código Civil y la Ley del Impuesto de Sociedades, así como la habilitación al Gobierno para que por vía reglamentaria establezca ciertos requisitos de información.

El Código Técnico de la Edificación, previsto en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación deberá incluir un sistema de verificación

acústica de las edificaciones. Esto se ve complementado por la afirmación expresa de que el incumplimiento de objetivos de calidad acústica en los espacios interiores podrá dar lugar a la obligación del vendedor de responder del saneamiento por vicios ocultos de los inmuebles vendidos. Ambas medidas han de resultar en una mayor protección del adquirente o del ocupante en cuanto a las características acústicas de los inmuebles, en particular los de uso residencial.

Por último, esta Ley se dicta de conformidad con las competencias que al Estado otorga el artículo 149.1.16 y 23 de la Constitución, en materia de bases y coordinación de la sanidad y de protección del medio ambiente. Ello sin perjuicio de que la regulación sobre saneamiento y vicios ocultos en los inmuebles se fundamente en el artículo 149.1.14, que las tasas que puedan establecer los entes locales para la prestación de servicios de inspección se basen en el artículo 149.1.14 y que la regulación de servidumbres acústicas de infraestructuras estatales y el régimen especial de aeropuertos y equipamientos vinculados al sistema de navegación y transporte aéreo se dicte de conformidad con lo establecido en los párrafos 13, 20, 21 y 24 del apartado 1 del citado artículo 149.

#### **10.4.2 Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.**

Este real decreto tiene por objeto desarrollar la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a evaluación y gestión del ruido ambiental, estableciendo un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental y completar la incorporación a nuestro ordenamiento jurídico de la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Se aplicará al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos, en particular, en zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas de una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares, en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido.

No se aplicará al ruido producido por la propia persona expuesta, por las actividades domésticas, por los vecinos, en el lugar de trabajo ni en el interior de medios de transporte, así como tampoco a los ruidos debidos a las actividades militares en zonas militares, que se regirán por su legislación específica.

#### **10.4.3 Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.**

La Directiva 2002/49/CE define el ruido ambiental como «el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/71/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que incorpora parcialmente al derecho interno las previsiones de la citada Directiva, regula la contaminación acústica con un alcance y un contenido más amplio que el de la propia Directiva, ya que, además de establecer los parámetros y las medidas para la evaluación y gestión del ruido ambiental, incluye el ruido y las vibraciones en el espacio interior de determinadas edificaciones. Asimismo, dota de mayor cohesión a la ordenación de la contaminación acústica a través del establecimiento de los instrumentos necesarios para la mejora de la calidad acústica de nuestro entorno.

Así, en la citada Ley, se define la contaminación acústica como «la presencia en el ambiente de ruido o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que implique molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente».

Posteriormente, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completó la transposición de la Directiva 2002/49/CE y precisó los conceptos de ruido ambiental y sus efectos sobre la población, junto a una serie de medidas necesarias para la consecución de los objetivos previstos, tales como la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción o las obligaciones de suministro de información.

En consecuencia, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, ha supuesto un desarrollo parcial de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, ya que ésta abarca la contaminación acústica producida no sólo por el ruido ambiental, sino también por las vibraciones y sus implicaciones en la salud, bienes materiales y medio ambiente, en tanto que el citado real decreto, sólo comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental y la prevención y corrección, en su caso, de sus efectos en la población.

Por ello el presente real decreto tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la citada Ley. Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre; se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

En este sentido, el capítulo I, «Disposiciones generales », contiene los preceptos que establecen el objeto de esta norma y una serie de definiciones que permitan alcanzar un mayor grado de precisión y seguridad jurídica a la hora de aplicar esta disposición de carácter marcadamente técnico.

El capítulo II establece los índices para la evaluación del ruido y de las vibraciones, en los distintos períodos temporales de evaluación, de los objetivos de calidad acústica en áreas acústicas o en el espacio interior de edificaciones y de los valores límite que deben cumplir los emisores acústicos. En el anexo I se incluye la definición de cada uno de ellos.

En el capítulo III se desarrolla, por una parte, la delimitación de las áreas acústicas atendiendo al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas y, por otra, la regulación de las servidumbres acústicas. Además se prevé que los instrumentos de planificación territorial y urbanística incluyan la zonificación acústica y se establecen objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas acústicas y al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. En el anexo II se fijan los valores de los índices acústicos que no deben superarse para el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en áreas urbanizadas existentes.

El capítulo IV regula el control de las emisiones de los diferentes emisores acústicos, incluidos los vehículos a motor, para los que se prevé, además, un régimen específico de comprobación de sus emisiones acústicas a vehículo parado. Asimismo, se fijan en el anexo III los valores límite de inmisión de ruido aplicable a las infraestructuras nuevas viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como a las infraestructuras portuarias y a actividades. La disposición adicional segunda establece las actividades e infraestructuras que tienen la consideración de nuevas.

De este modo, se pondera de forma equilibrada el tratamiento de las infraestructuras preexistentes y nuevas, pues aun cuando las obligaciones establecidas en las declaraciones de impacto ambiental de las infraestructuras preexistentes han supuesto un nivel de protección acústica adecuado, el progreso del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico hace posible y razonable alcanzar un nivel más ambicioso de protección contra el ruido a la hora de proyectar y acometer la construcción de nuevas infraestructuras.

Asimismo, para atender los costes derivados de la aplicación de este Real Decreto a las infraestructuras de competencia estatal, en la disposición final tercera se prevé la adopción de las medidas presupuestarias necesarias para que los Ministerios responsables de su aplicación puedan afrontarlos sin menoscabo de la ejecución de los planes que tengan establecidos.

El capítulo V regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como el régimen de uso de los equipos de medida y procedimientos que se empleen en dicha evaluación. El anexo IV fija los métodos de evaluación para los índices acústicos definidos en este real decreto.

Por último, la regulación de mapas de contaminación acústica se contiene en el capítulo VI, en aplicación de la habilitación prevista en el artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

## **10.5 Legislación Chilena.**

### **10.5.1 Decreto Supremo Nº 146 de 1997.**

El Decreto Supremo Nº 146, de 1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, publicado en el Diario Oficial el 16 de abril de 1998, es la primera norma ambiental promulgada por el mecanismo de Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión que coordina la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Este decreto establece la Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, Elaborada a Partir de la Revisión de la Norma de Emisión Contenida en el Decreto Supremo Nº 286, de 1984, del Ministerio de Salud.

Los principales aspectos que permiten comprender el contenido, objetivo y funcionamiento de la nueva norma, son los siguientes:

- **¿Qué se está protegiendo con esta Norma?**

Esta es una norma de emisión que protege a la comunidad que se ve afectada por problemas de contaminación acústica, desde el punto de vista de la salud pública, y que son originados por las molestias generadas por el ruido producido por fuentes fijas.

Específicamente, protege a aquellas personas que pudieran estar afectadas por altos niveles de ruido generado por fuentes fijas, o que pudieran sufrir molestia, en lugares habitables tales como sus viviendas, su lugar de trabajo (por una fuente fija distinta a su propia fuente laboral), de descanso o de esparcimiento, entre otras.

- **¿Quiénes están sujetos a cumplir esta Norma?**

Toda actividad, proceso, operación o dispositivo, que se realice dentro de una propiedad, sea pública o privada, y que genere o pueda generar ruidos molestos hacia la comunidad. Esto es independiente de las fuentes que involucre, sean estacionarias, móviles, esporádicas o permanentes.

- **¿Quiénes son los encargados en la aplicación de esta Norma?**

Los organismos públicos asociados a la aplicación de este reglamento, son los Servicios de Salud, y eventualmente las Municipalidades que celebren convenios de cooperación entre ellas y los Servicios de Salud respectivos.

- **¿En qué instancias se utiliza esta Norma?**

Existen distintos escenarios en los cuales el reglamento entra en operación. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- a. **Denuncias por ruidos molestos:** Estas denuncias pueden ser formuladas por las personas afectadas, a los Servicios de Salud respectivos o a las distintas Municipalidades, quienes evaluarán si corresponde aplicar o no este reglamento.
- b. **Peritajes de Certificación:** Son necesarios para que las fuentes de ruido afectas a la norma, evalúen el cumplimiento de la misma.
- c. **Proyectos que se acogen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA:** Se utiliza como norma para la evaluación y el control del impacto acústico que puede generar un proyecto determinado que se acoja a la definición de fuente fija emisora de ruido.
- d. **Proyectos de reducción de emisiones de niveles de ruido:** se utiliza cuando una fuente fija de ruido realiza un proyecto de reducción de emisiones de ruido, con el cual pretende asegurarse que sus emisiones no generarán molestias a la comunidad vecina.

### 10.5.2 Decreto Supremo N° 129 de 2003.

Teniendo en consideración:

- Que de acuerdo a lo preceptuado en la ley N° 19.300, es deber del Estado dictar normas para regular la presencia de contaminantes en el medio ambiente, de manera de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones y períodos, un riesgo para la preservación de la naturaleza, la conservación del patrimonio ambiental, la salud de las personas o la calidad de vida de la población.
- Que el tránsito vehicular es reconocido internacionalmente como responsable de más del 70% de la contaminación acústica de una ciudad, y de él, el mayor aporte lo representan los vehículos de mayor tamaño, entre ellos, los que se usan con fines de la locomoción colectiva (que son también los más numerosos en esta categoría).
- Que es menester reducir la contaminación acústica generada por los buses de locomoción colectiva, pues el ruido emitido por este tipo de fuentes móviles es uno de los mayores aportes a la contaminación acústica en las ciudades. Se espera que al reducir la emisión de ruido de los buses de locomoción colectiva (urbana y rural), disminuya la contaminación acústica a que están sometidas las personas.
- Que el decreto supremo N° 122 de 1991, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, establece los niveles de ruido externos e internos que deben cumplir los vehículos de locomoción colectiva. Sin embargo, determinadas regulaciones contenidas en dicho decreto, requieren actualizarse y perfeccionarse, a fin de obtener un instrumento jurídico, eficaz y eficiente, que permita proteger adecuadamente a la comunidad de la creciente contaminación acústica proveniente de los buses de locomoción colectiva. Dicha normativa no consideraba a los buses de locomoción colectiva rural que también aportan a la contaminación acústica de las ciudades.

El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y la Subsecretaría de Transporte dictaron el decreto supremo N° 129 que establece una norma de emisión de ruido para buses de locomoción colectiva urbana y rural.

El decreto en su título I, define la terminología utilizada en el decreto. En su título II, fija los niveles máximos permitidos. En su título III indica quien será el responsable de verificar el cumplimiento de las normas indicadas en el decreto. En su título IV indica los procedimientos de medición y en su título V señala el ámbito de aplicación territorial.

### 10.6 ¿Es necesaria una normativa para la gestión del ruido ambiental estandarizada y de aplicación mundial?

Si entendemos el ruido ambiental, como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales, se hace necesario integrar plena y adecuadamente el medio

ambiente en todos los aspectos de las relaciones exteriores a nivel mundial. El medioambiente es algo que los diferentes países deben abordar con seriedad y a lo que se deben destinar los recursos apropiados, con el fin de contar con instrumentos para la elaboración, aplicación y evaluación de la política de gestión del ruido ambiental, basada en conocimientos científicos sólidos, datos e información actualizados y fidedignos y el uso de indicadores, lo que a nivel mundial actualmente no sucede, ya que los diferentes países cuentan con legislaciones y normativas que no son comparables, por otra parte, existe una falta de consenso en aspectos tan relevantes como son, los métodos y técnicas de evaluación y de los indicadores utilizados para determinar el real impacto en la población de este contaminante atmosférico.

La Unión Europea ha avanzado respecto de lo señalado, es mas se ha fijado metas y objetivos claros para el año 2020. En cambio en Chile, solo se cuenta con el decreto supremo 146/1997, que regula la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, por lo que su alcance y campo de aplicación es muy restringido, no acogiendo en muchos casos las denuncias que genera este contaminante, y que en la mayoría de las veces están asociadas a fuentes móviles, como es el caso del transporte. Además, al haber una escasa fiscalización por parte del Estado, por falta de recursos materiales y humanos, no permite mitigar los impactos generados por fuentes fijas, lo que la convierte en un cuerpo legal obsoleto, con poca cobertura, ineficiente y vacíos técnicos importantes.

Respecto de la exposición ocupacional al ruido, a nivel internacional y nacional, encontramos que existe un mayor consenso en cuanto a la fijación de límites, métodos de medición y estrategias de control, lo que está asociado a que desde épocas muy remotas se conoce la relación: exposición a ruido y pérdida de la audición, motivo por el cual se han desarrollado estrategias bien definidas para evaluar el impacto que esto conlleva en la salud auditiva de los trabajadores y definir las medidas de control más apropiadas para cada caso. No obstante, esto no ha sido suficiente ya que aún así no hemos podido controlar eficazmente el riesgo de sordera profesional.

## **10.7 Bibliografía específica.**

- ACI Europe, 1995. Environmental Handbook. Airports Council International.
- BOE, 1971a. Boletín Oficial del Estado, 64 de 16 de marzo de 1971. Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- BOE, 1971b. Boletín Oficial del Estado, 128 de 30 de mayo de 1971. Decreto 792/1971, de 13 de abril de 1971, por el que se organiza el aseguramiento de las enfermedades profesionales y la obre de grandes inválidos y huérfanos fallecidos por accidentes del trabajo o enfermedad profesional.
- BOE, 1978a. Boletín Oficial del Estado, 331 del 29 de diciembre de 1978. Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- BOE, 1985a. Boletín Oficial del Estado, 198 del 8 de agosto de 1985. Ley orgánica 10/1985, de 2 de agosto, de autorización para la adhesión de España a las Comunidades Europeas.
- BOE, 1989. Boletín Oficial del Estado, 263 del 2 de noviembre de 1989. Real Decreto 1316/1989. de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruido durante el trabajo.
- BOE, 1995. Boletín Oficial del Estado, 269 del 10 de noviembre de 1995. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- BOE, 1999a. Boletín Oficial del Estado, 22 del 26 de enero de 1999. Real Decreto 1971/1999, de 23 de diciembre, de procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía.
- BOE, 2000. Boletín Oficial del Estado, 189 del 8 de agosto de 2000. Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones de Orden Social.
- BOE, 2006a. Boletín Oficial del Estado, 60 del 11 de marzo de 2006. Real Decreto 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.
- BOE, 2006b. Boletín Oficial del Estado, 302 del 19 de diciembre de 2006. Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el Sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- CEST, 1993. The Future Road Transport Noise Agenda in the UK. Centre for the Exploration of Science and Technology.
- COM, 1995. Comisión Europea. Comunicación de la Comisión, de 12 de julio de 1995, sobre un programa comunitario de seguridad, higiene y salud en el trabajo (1996-2000) (COM/95/282 Final).
- COM, 2002. Comisión Europea. Comunicación de la Comisión, de 11 de marzo de 2002, relativa a la estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo (2002-2006) (COM (2002)118).
- COM, 2004. Comisión Europea. Comunicación de la Comisión, de 9 de julio de 2004, Plan de acción europeo de medio ambiente y salud (2004-2010) (COM (2004)416).
- CSP, 2000. Comisión de Salud Pública. Consejo Internacional del sistema nacional de salud. Protocolos de Vigilancia Sanitaria específica: Ruido. Madrid. Ministerio de Salud y Consumo. Secretaría General Técnica, 2000.
- DO, 1978. Diario Oficial C165 de 11/07/1978.p.0001 – 0013. Resolución del Consejo de 29 de junio de 1978, relativa a un programa de acción de las Comunidades Europeas en materia de seguridad y de salud en el lugar de trabajo.
- DO, 1980. Diario Oficial L 327 de 03/12/1980.p.0008 – 0013. Directiva del Consejo de 27 de noviembre de 1980, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo (80/1107/CE).
- DO, 1986. Diario Oficial L 137 de 24/05/1986, p. 0028 – 0034. Directiva del Consejo de 12 de mayo de 1986, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición a ruido durante el trabajo. (86/188/CE).
- DO, 1989a. Diario Oficial L 183 de 29/06/1989, p. 0001 – 0008. Directiva del Consejo de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (89/391/CE).
- DO, 1989b. Diario Oficial L 183 de 28/06/1989. Directiva 89/392/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- DO, 1989c. Diario Oficial L 393 de 30/12/1989. Directiva 89/656/CE del Consejo de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- DO, 1998. Diario Oficial L 207/1 de 23/07/1998. Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio de 1998 relativa a la aproximación de legislación de los Estados miembros sobre máquinas.

- DO, 2000. Diario Oficial 162/1 de 03/07/2000. Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de mayo de 2000 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debida a las máquinas de uso al aire libre.
- DO, 2002. Diario Oficial 325/33 de 24/12/2002. Tratado constitutivo de la Comunidad Europea.
- DO, 2003 Diario Oficial L 042 de 15/02/2003 p. 0038 – 0044. Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido)./Decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CE).
- DO, 2005 Diario Oficial 344/44 de 27/12/2005. Directiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2005, por la que se modifica la Directiva 2000/14/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debida a las máquinas de uso al aire libre.
- DO, 2006 Diario Oficial L 157 de 09/06/2006. Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- Favre/Tyler, 1987. Quiet Vehicle Development *in* Nelson, PM (ed) Transportation Noise Reference Book Butterworths, Londres.
- Holthouser, M., 2000. Noise assessment in a hearing conservation program – meeting the requirements of OSHA occupational noise exposure standard, 29 CFR 1910.95. CAOHC UPDATE. The newsletter of the council for accreditation in occupational hearing conservation. Vol. 11, N°2. Milwaukee.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT, 1991. Nota Técnica de Prevención NTP-270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. Madrid.
- INRETS, 1994. Estudio relacionado con la preparación de una comunicación sobre la futura política de Ruido. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.
- INFRAS IWW, 1994. External Effects of Transport. ECOPLAN and T&E.
- López, G. El Ruido en el lugar de trabajo. Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992.I.S.B.N:84-7425-356-X.
- MSHA,, 1999. U.S. Department of Labor. Mine, Safety and Health Administration. Health standards for occupational Noise Exposure; Final rule. 30 CFR Part 62, Vol. 64 (176), Federal Register, 49548- 49634,49636 - 49637.
- Neitzel, A; Seixas, N.S; Camps, J. y Yost, M., 1999. An assessment of occupational noise exposures in tour construction trades. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 60.
- NIOSH, 1972. The National Institute of Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to noise. Cincinnati, OH: US, Department of health, Education and Welfare, Health Services and Mental Health Administration. National Institute for occupational Safety and Health. DHEWW (NIOSH). Publication N° HSM 73-11001.
- NIOSH, 1998. The National Institute of Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard - occupational noise exposure. Revised Criteria 1998. U.S. Department of Health and Human Services: 1998. Pub. N° 98-126, Cincinnati, OH.
- OCDE, 1991. Fighting Noise in the 1990's. OCDE Paris.
- OCDE, 1986. Fighting Noise." OCDE Paris.

- OIT, 1977. Organización Internacional del Trabajo. Convenio C148, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. Ginebra.
- OIT, 1999. Organización Internacional del Trabajo. Seguridad en el Trabajo. Revista Trabajo. Departamento de Comunicaciones de la OIT. Ginebra: abril – mayo 1999. n.29.
- OSHA, 1983. U.S. Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration. Occupational noise exposure: Hearing Conservation Amendment Final Rule. 29CFR1910.95. Federal register 46(162) 42622-42639.
- Quinet, 1993. The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalisation Policies in: Internalising the Social Costs of Transport. CEMT/OCDE, p. 31-76, París.
- Sandberg, U.1993. Action Plan against exterior type/road noise. Proceedings of Inter-Noise 1993 - Vol 2. Lovaina, Bélgica.
- U.S. Air Force, 1956. Hazardous noise exposure. Washington, DC : US Air Force, office of the surgeon general. AF Regulation 160-3.
- Umweltbundesamt, 1996. Daten zur Umwelt. Umweltbundesamt, Berlin.
- Von Meier, 1994. Europe's Environment 1993 - Noise Pollution. M + P Raadgevende ingenieurs bv, Aalsmeer, NL.
- <http://www.mtas.es/inhst/>
- <http://www.ruidos.org>.