

Costumbre Mercantil 11

© Derechos Reservados de Autor

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA

Carrera 6 No. 14-98 Pisos 2, 5, 6, 7 y 10

Correo electrónico: [dama@dama.gov.co](mailto:dama@dama.gov.co) o [produccionlimpia@dama.gov.co](mailto:produccionlimpia@dama.gov.co)

Bogotá, D.C., Colombia.

Producción Editorial

Cámara de Comercio de Bogotá

Avenida Eldorado 68D - 35. Apartado Aéreo 29824

Departamento de Publicaciones

Bogotá, D.C., marzo de 2004

La información de este documento está protegida por la Ley 23 de 1982 de la República de Colombia y está sujeta a modificaciones sin preaviso alguno. Podrán reproducirse extractos y citas sin autorización previa, indicando la fuente. Su reproducción extensa por cualquier medio masivo presente o futuro, en traducciones o transcripciones, podrá hacerse previa autorización del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA. La Autoridad Ambiental - DAMA, no asume responsabilidad alguna por los criterios u opiniones expresados por los autores.

## Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la pequeña y mediana empresa – Acercar Industria

### **Cámara de Comercio de Bogotá - CCB. Corporación Ambiental Empresarial - CAE. Acercar Industria**

Presidenta Ejecutiva  
Cámara de Comercio de Bogotá.  
MARÍA FERNANADA CAMPO SAAVEDRA

Vicepresidente Ejecutivo  
Cámara de Comercio de Bogotá.  
ANDRÉS LÓPEZ VALDERRAMA

Vicepresidenta de Gestión Cívica y Social  
Cámara de Comercio de Bogotá.  
MARÍA EUGENIA AVENDAÑO MENDOZA

EQUIPO DE TRABAJO ACERCAR INDUSTRIA.  
Directora Corporación  
Ambiental Empresarial.  
Filial de la Cámara de Comercio de Bogotá  
MARÍA FANNY MONDRAGÓN LEONEL

Directora Programa  
GLADYS PUERTO CASTRO

Profesional responsable de esta guía  
ORLANDO QUINTERO MONTOYA

Contratista  
Ingeniería Ambiental de Colombia Ltda., INAMCO

### **Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá - DAMA.**

Directora del Departamento Técnico  
Administrativo del Medio Ambiente  
de Bogotá, DAMA.  
YAMILE SALINAS ABDALA

Subdirector Ambiental Sectorial del  
Departamento Técnico Administrativo del Medio  
Ambiente de Bogotá, DAMA.  
JESÚS MIGUEL SEPÚLVEDA (e)

Interventor Programa ACERCAR  
OSCAR ALBERTO VARGAS MORENO

Profesional del Área  
EDGAR ALBERTO ROJAS





# CONTENIDO

Presentación .....	11
Introducción .....	13
1. Marco institucional y regulatorio relacionado con la contaminación acústica en Bogotá .....	15
2. Análisis de la problemática relacionada con el ruido y la participación de las diferentes actividades productivas .....	18
3. Evaluación del impacto ambiental causado por la generación de ruido .....	25
4. Buenas prácticas de manufactura para la minimización y/o control del ruido .....	28
5. Indicadores de impacto y competitividad asociados a la reducción de los niveles de ruido ambiental y ocupacional .....	43
6. Estudios de caso .....	47
Bibliografía .....	50
Anexos .....	51
1. Normatividad ambiental aplicable .....	51
2. Metodología para seguir en la medición de niveles de ruido .....	55
3. Glosario .....	56
4. Recomendaciones generales para el control del ruido ambiental .....	58





# LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los valores permisibles establecidos por la legislación ambiental de España, Inglaterra, Estados Unidos, Chile, Argentina, Japón, Suecia, Suiza, República Checa y Alemania. ....	16
Tabla 2. Límites de la OSHA de exposición al ruido en el trabajo. ....	17
Tabla 3. Impacto a nivel de contaminación sonora de los principales sectores productivos de la ciudad de Bogotá. ....	21
Tabla 4. Valores promedio registrados según tipo de industria. ....	22
Tabla 5. Rangos de ruido en equipos de construcción. ....	23
Tabla 6. Niveles característicos de presión sonora para diferentes equipos utilizados en la industria. ....	25
Tabla 7. Evaluación de impactos asociados a niveles de ruido ambiental para diferentes equipos utilizados en la industria. ....	26
Tabla 8. Características aislantes de materiales de materiales de uso común en la industria. ....	35
Tabla 9. Características aislantes de materiales de materiales de uso común en la construcción. ....	37
Tabla 10. Fuentes y métodos de control de ruido en motores eléctricos y generadores. ....	39
Tabla 11. Costos de instalación de algunas alternativas de control de ruido. . .....	42
Tabla 12. Indicadores absolutos .....	43
Tabla 13. Indicadores legislativos y de quejas .....	44
Tabla 14. Indicadores relativos .....	45
Tabla 15. Indicadores de seguridad e higiene .....	45



Tabla 16. Artículo 17 de la Resolución 08321 de 1983 de Minsalud. Niveles sonoros máximos permisibles. . . . .	51
Tabla 17. Artículo 42 de la Resolución 08321 de 2003 de Minsalud. Máxima duración de exposición a nivel de presión sonora diaria dB (A) . . . . .	51
Tabla 18. Clasificación de impacto por nivel de intensidad sonora de una fuente fija industrial . . . . .	54
Tabla 19. Recomendaciones y consideraciones para el control de ruido ambiental según su origen. . . . .	45



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de seguimiento y control por localidades. ....	16
Figura 2. Partes del oído humano .....	18
Figura 3. Niveles de presión sonora asociados a pérdida de audición por exposición a ruido. ....	20
Figura 4. Componentes del sistema de transmisión de sonido. ....	24
Figura 5. Ejemplos ilustrativos de generación de vibración. ....	30
Figura 6. Ilustración de algunos sistemas para modificar la vibración de una fuente. ....	31
Figura 7. Ilustración de algunos sistemas de control de vibración en las vías de transmisión. ....	32
Figura 8. Ilustración de algunos sistemas de control de la vibración en el receptor. ....	32
Figura 9. Esquema de instalación de baldosas acústicas. ....	33
Figura 10. Esquema de instalación de ensamblajes acústicos especiales. ..	34
Figura 11. Ensamblaje de aislamiento de techos. ....	34
Figura 12. Resumen de las técnicas de control de ruido. ....	40





# PRESENTACIÓN

11

En el Distrito Capital se concentra la mayor parte de la actividad económica del país. La base industrial de la región es diversa, incluyendo sectores tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, curtiembres, plásticos, papel, maderas y muebles, caucho y metales, entre otros. Sin embargo, el rápido crecimiento económico e industrial ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo.

Con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sostenible, el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA a través de la Ventanilla Acercar, ha venido desarrollando una serie de instrumentos entre los que se encuentran las *Guías ambientales para la prevención y control de la contaminación industrial*. El objetivo principal de estas guías, para ser distribuidas a las empresas, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación y mejoramiento productivo. Adicionalmente se convierte en un instrumento práctico de fácil consulta y amplia aplicabilidad.

Los sectores a los cuales van dirigidas las guías ambientales han sido seleccionados por el DAMA, teniendo en cuenta la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan. Así mismo se consideraron algunos temas transversales a diversos sectores como la contaminación por ruido y los procesos de combustión.

El presente documento se constituye en la Guía ambiental: minimización y control del ruido ocupacional y ambiental generado en las mipymes y establecimientos comerciales de esparcimiento nocturno, que pretende convertirse en una herramienta de consulta y orientación conceptual y metodológica para mejorar la gestión, el manejo y desempeño ambiental de los empresarios frente en este importante aspecto.





# INTRODUCCIÓN

13

Teniendo en cuenta que los altos niveles de ruido pueden generar efectos negativos sobre la productividad de la ciudad y que aunque se han adelantado varias campañas educativas orientadas a promover actividades preventivas y de mitigación, todavía los niveles de presión sonora siguen siendo altos en algunas zonas de la ciudad, especialmente aquellas que cuentan con alto flujo vehicular y sectores industriales y/o comerciales.

En este sentido es importante para la ciudad adelantar acciones tendientes a la reducción de los niveles de ruido, con énfasis en aquellas orientadas a la prevención y así mantener niveles de presión sonora que no afecten la salud y el bienestar de la población.

De acuerdo con los objetivos del Programa ACERCAR INDUSTRIA y la orientación del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, es necesario desarrollar herramientas que faciliten a las fuentes generadoras de ruido, en este caso las fijadas, la adopción y/o desarrollo de alternativas viables para la reducción en el origen, la mitigación y en general el control de las fuentes generadoras de altos niveles de presión sonora.

Adicionalmente y en el marco de la política de producción más limpia promulgada por el Ministerio de Medio Ambiente y adoptada por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, se presentan las *Guías de buenas prácticas ambientales* de diferentes sectores y temas como un referente para que directivos, técnicos y operarios interioricen los conceptos que conlleven a la sostenibilidad ambiental y al mejoramiento de la competitividad empresarial

Resulta pues importante abordar el tema de la minimización y control del ruido, tanto ambiental como ocupacional, de una manera práctica y aplicable a las condiciones de las mipymes del Distrito Capital y así aportar un instrumento clave para apoyar el mejoramiento ambiental y competitivo de los empresarios.

Este documento pretende:

- Sensibilizar a los directivos de las empresas en el sentido de involucrar la variable de ruido como un elemento de competitividad y sostenibilidad en un mercado cada vez más globalizado.
- Adopción de buenas prácticas e incorporación de hábitos de trabajo con miras a impulsar procesos de disminución en la generación de ruido, teniendo en cuenta la competitividad empresarial en el entorno en que se desempeña la micro, pequeña y mediana empresa del Distrito Capital.

La presente guía presenta, en una primera parte, algunos conceptos básicos sobre el funcionamiento de la audición humana y el impacto del ruido en la misma; luego, un análisis de los sectores productivos de las mipymes en el Distrito Capital y su aporte en términos de ruido de acuerdo con los diferentes procesos



desarrollados. Esta primera parte pretende brindar un marco de referencia a los empresarios y la comunidad en general que permita disponer de elementos suficientes para la toma de decisiones en cuanto a medidas de mitigación y control de ruido. En una segunda parte se presentan de manera muy práctica las diferentes alternativas disponibles de reducción de niveles de ruido a nivel industrial y comercial, al igual que casos prácticos de implementación de algunas de ellas. Adicionalmente se presentan indicadores que faciliten la evaluación y toma de decisiones respecto a la implementación de las medidas de control que se requieran.



# 1. MARCO INSTITUCIONAL Y REGULATORIO RELACIONADO CON LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN BOGOTÁ

---

## 1.1 Situación actual

---

Dentro de la problemática ambiental de las grandes ciudades, el ruido es considerado uno de los aspectos que más afectan a la población y por lo tanto es un asunto que debe ser abordado tanto desde lo público como de lo privado. Para el caso de Bogotá se tiene que las fuentes emisoras móviles (automóviles, aviones, perifoneo) aportan el 60% de la contaminación auditiva, mientras las fuentes fijas (discotecas, pequeña y mediana empresa, comercio, entre otros) participan con el 40%.

Dado el efecto negativo que pueden generar los altos niveles de presión sonora sobre la productividad de la ciudad, en los últimos años se han adelantado variadas campañas educativas orientadas a promover actividades preventivas y de mitigación. No obstante los niveles de presión sonora siguen siendo altos en algunas zonas de la ciudad, principalmente aquellas que cuentan con alto flujo vehicular y algunos sectores industriales, en las que se tienen niveles alrededor de los 70 dB promedio diario.

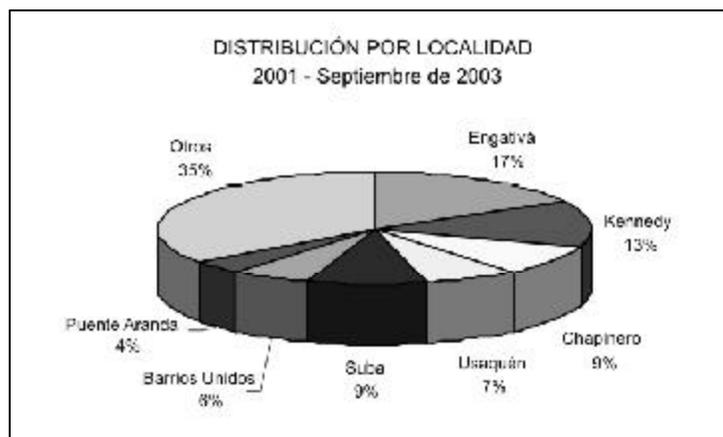
El control y seguimiento de la contaminación auditiva en el período 2001 a septiembre de 2003 muestran que si bien en el 2001 se realizaron 3.397 seguimientos, a partir del 2002 se reduce sustancialmente (831), debido a la promulgación del Decreto 854 de Noviembre de 2001, mediante la cual se transfiere la responsabilidad del control de ruido a las alcaldías locales, en lo que respecta a establecimientos comerciales abiertos al público. Sin embargo, en lo corrido de 2003 se espera que el número de seguimientos siga incrementándose, debido a que el DAMA realizará el seguimiento a áreas fuentes de ruido, por la alta concentración de establecimientos generadores de ruido. Dentro de estas áreas se destacan en Usaquén, la zona Pepe Sierra; en Chapinero, la Zona Rosa; en Kennedy, la avenida Primero de Mayo y la calle 6 sur; y en Engativá, la zona de Álamos.

Las actividades objeto de este seguimiento se agrupan en cuatro grupos: (a) actividades de entretenimiento y diversión; (b) industrias; (c) servicios y comercio, y (d) otras actividades (tráfico aéreo y las obras civiles, entre otros). De estos grupos donde más se concentra la gestión del DAMA es en los establecimientos de entretenimiento y diversión, que representa más del 50% del total del seguimiento. Un panorama de esta evolución se presenta en la figura 1.

Por localidades, el seguimiento a lo largo del período 2001 - 2003 se concentra fundamentalmente, en su orden, en Engativá, Kennedy, Chapinero, Suba y Usaquén, como se muestra en la figura 1:



Figura 1. Distribución del seguimiento y control de ruido por localidades.



A partir de la promulgación del Decreto 854 de 2001, el DAMA trabaja conjuntamente con las alcaldías locales no sólo en actividades de seguimiento, sino también en capacitación a personal de las alcaldías y en el desarrollo de programas piloto de autocontrol, que se ha iniciado con los comerciantes de la Zona Rosa y de la calle 6 sur.

## 1.2 Tendencias del tema (proyección, políticas internacionales, nacionales y locales frente al tema)

En González (2001) se encuentra un resumen de los niveles permisibles de ruido en diferentes áreas, establecidos por las legislaciones de países como: España, Inglaterra, Estados Unidos, Chile, Argentina, Japón, Suecia, Suiza, República Checa y Alemania (Véase tabla 1)

Tabla 1. Resumen de los valores permisibles establecidos por la legislación ambiental de España, Inglaterra, Estados Unidos, Chile, Argentina, Japón, Suecia, Suiza, República Checa y Alemania.

Área	Rangos de valores permitidos (dB A)
<b>Residencial</b>	
Alcoba	25-55
Sala	25-55
Apartamento	35-55
Hotel	35-45
<b>Comercial</b>	
Restaurante	45-60
Oficina privada	30-60
Oficina general	35-60
<b>Industrial</b>	
Industria liviana	45-65
Industria pesada	60-75
<b>Educativo</b>	
Salón de clase	35-45
Laboratorio	45-50
Biblioteca	35-45
<b>Salud</b>	
Hospital	30-50

Tabla 1. (continuación)

<b>Recreativo</b>	
Piscina	50-60
Gimnasio	45-55
<b>Auditorios</b>	
Auditorio	35-45
Iglesia	30-40
Estudio de grabación	28-30
Estudio de televisión	28-35
Teatro	30-35
<b>Exterior</b>	
Zona rural	35-45
Zona suburbana	40-50
Zona urbana	50-70
Zona industrial	60-75
Área residencial	55-65
Área comercial	60-70
Área cerca de escuelas	50-60
Área cerca de hospitales	45-60

Fuente: González, 2001.

De acuerdo con la OSHA (Occupational Safety and Health Association), los límites de exposición al ruido en ambientes de trabajo son los que se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Límites de la OSHA de exposición al ruido en el trabajo.

<b>Ruido (dBA)</b>	<b>Exposición permisible (horas y minutos)</b>
85	16 horas
87	12 horas 6 minutos
90	8 horas
93	5 horas 18 minutos
96	3 horas 3 minutos
99	2 horas 18 minutos
102	1 hora 30 minutos
105	1 hora
108	40 minutos
111	26 minutos
114	17 minutos
115	15 minutos
118	10 minutos
121	6.6 minutos
124	4 minutos
127	3 minutos
130	1 minuto

Fuente: Canter (1998).

## 2. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA RELACIONADA CON EL RUIDO Y LA PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

18

### 2.1 Características de la audición

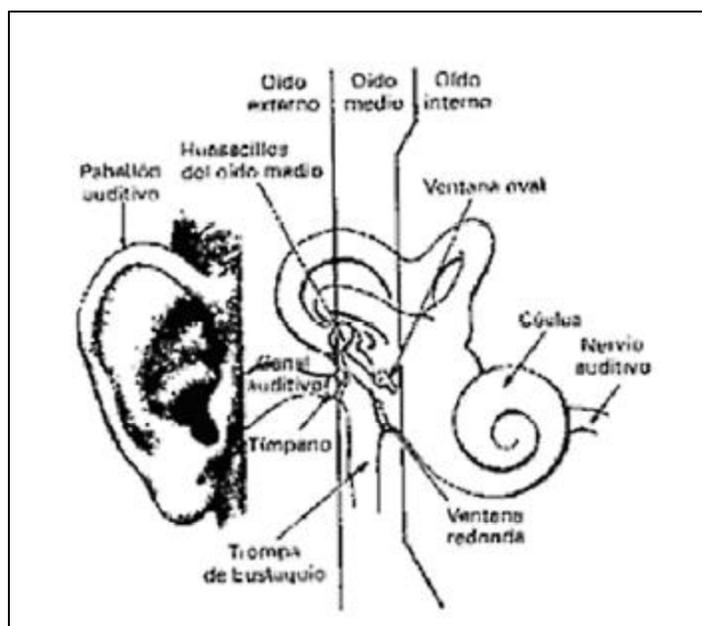
#### a. Anatomía y función del oído

Anatómicamente el oído está formado por tres secciones que son:

- (i) Oído externo: recoge el sonido y lo convierte en movimiento vibratorio del tímpano. Está conformado por una estructura externa, cartilaginosa que permite la captura del sonido (pabellón auditivo) y el canal auditivo, que conduce las ondas sonoras al tímpano.
- (ii) Oído medio: acopla mecánicamente el tímpano con el fluido del oído interno. Es una cavidad llena de aire, de aproximadamente  $2 \text{ cm}^3$  que contiene una cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) que transmiten el movimiento vibratorio desde el tímpano hasta el oído interno.
- (iii) Oído interno: dentro del cual se originan las señales que se transmiten al cerebro a través del nervio auditivo. Es un sistema complejo de canales llenos de fluido inmerso en el hueso temporal; en su interior se encuentran las terminaciones nerviosas que aportan los sentidos del equilibrio y la audición.

En la figura 2 podemos ver la disposición de estas tres secciones.

Figura 2. Partes del oído humano.



### b. Respuesta auditiva

El área de sensación auditiva se limita a niveles bajos de presión sonora con el umbral de la audición y a niveles altos de presión sonora con el umbral del malestar. En términos generales, se habla de una frecuencia máxima de 20.000 Hz y una frecuencia mínima de 20 Hz; sin embargo, varía notablemente de una persona a otra.

Se ha encontrado que el nivel mínimo audible (el nivel de presión sonora mínimo que es capaz de escuchar una persona con audición normal) es de 2 a 3 dB; un nivel de 120 dB genera sensaciones de malestar y por encima de 140 dB se alcanza el punto de dolor.

Si una persona se expone a un ruido por encima de un determinado nivel crítico y luego se retira, su umbral de audición (nivel mínimo audible) puede aumentar, es decir, su audición puede empeorar temporalmente (desplazamiento temporal del umbral); este desplazamiento dependerá del nivel de ruido y tiempo de exposición de la persona.

### c. Sonoridad

La sonoridad es una característica de los sonidos, percibido subjetivamente, que permite al oyente ordenar su magnitud sobre una escala de “bajo” a “alto”; esta característica depende fundamentalmente del nivel de presión sonora y, en menor medida de su frecuencia, duración y complejidad espectral.

### d. Enmascaramiento

Una característica importante de un sonido es su propiedad de interferir “enmascarar”, la audición de otro sonido. El enmascaramiento es el proceso mediante el cual el umbral de audibilidad de un sonido, se eleva en presencia de otro sonido (enmascarador). Se denomina umbral enmascarado al umbral elevado y la medida cuantitativa del enmascaramiento es el número de decibeles en que este umbral se eleva. Se constituye en un problema crucial para la seguridad, ya que el ruido generado en un ambiente de trabajo puede enmascarar el sonido de una señal de alarma, o, en la calle donde el ruido puede enmascarar el sonido de un vehículo que se acerca.

---

## 2.2 Pérdida de audición por exposición al ruido

---

### Tipos de pérdidas

Los principales efectos del ruido sobre la audición se pueden agrupar así:

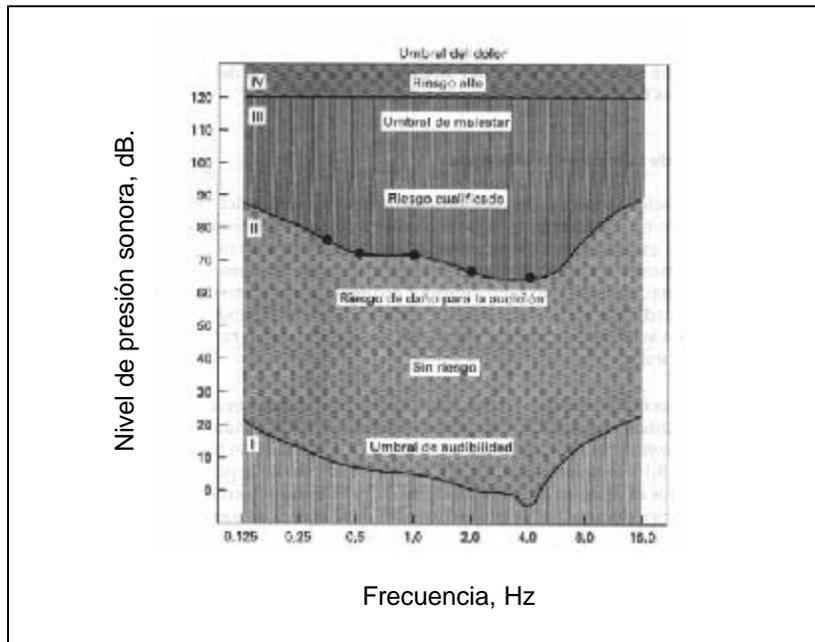
**a. Trauma acústico.** Se refiere al daño orgánico inmediato del oído por excesiva energía sonora; se restringe a los efectos de una exposición única o relativamente pocas exposiciones a niveles muy altos de presión sonora. El ruido extremadamente intenso que llega a las estructuras del oído interno puede sobrepasar los límites fisiológicos de éstas, produciendo la rotura completa y alteración del órgano de



Corti. Por ejemplo, una explosión puede romper el tímpano, dañar la cadena de huesecillos y destruir las células sensoriales auditivas.

- b. **Desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido.** Este desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido tiene como resultado una elevación de los niveles auditivos (una pérdida de la sensibilidad auditiva) después de la exposición al ruido; en este tipo de desplazamiento, la pérdida de audición es reversible.
- c. **Desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido.** En este tipo de desplazamiento, la pérdida de audición no es reversible, permanece durante toda la vida de la persona afectada, no existe la posibilidad de recuperación. Puede ser el resultado de un trauma acústico o del efecto acumulativo de las exposiciones repetidas al ruido durante sucesivos períodos en muchos años.

Figura 3. Niveles de presión sonora asociados a pérdida de audición por exposición a ruido.



En la figura 3 se observa el área de audición humana clasificada por la lesión acústica y la pérdida de la audición potenciales. La zona I está por debajo del umbral de audibilidad; la zona II está limitada en los niveles sonoros inferiores por el umbral de audibilidad y en los niveles superiores por el umbral del riesgo de la audición. Esta región comprende sonidos que son audibles, pero que no plantean riesgo de lesión ni pérdida de audición, sea cual fuere la duración de la exposición; los sonidos dentro de la zona III representan la región de "riesgo cualificado", la lesión acústica y la pérdida de audición permanentes debidas a los sonidos en esta zona; dependen de la interacción del nivel de ruido, la duración, el número de exposiciones, el calendario de exposiciones y las variables biológicas de la persona que está siendo expuesta; el límite inferior de la zona IV es el umbral de malestar el límite superior es el umbral de dolor, la exposición a



sonidos en esta área (sin incluir sonidos de impulso o impacto) conlleva un riesgo elevado de producción de lesiones y pérdida de audición, incluso cuando los sonidos son relativamente cortos (segundos o minutos) y las exposiciones relativamente pocas (quizá una).

---

### 2.3 Criterios de tipo económico para emprender acciones y/o programas de control y minimización de ruido

---

- a. Gastos inherentes a demandas de la comunidad y/o multas impuestas por la autoridad ambiental.
- b. El valor de una propiedad disminuye notablemente, si se encuentra ubicada cerca de una fuente de ruido molesto.
- c. Los altos niveles de ruido pueden implicar desgaste y deterioro de estructuras, motores, anclajes, ductos, etcétera, por lo que su control permitirá un mejor funcionamiento y extensión de la vida útil de los mismos.
- d. Los empleados prefieren y tienden a ser más productivos en ambientes silenciosos que en ambientes ruidosos.

---

### 2.4 Problemática integral de las mipymes (industriales y de servicios), relacionada con la generación de ruido ocupacional y ambiental

---

De acuerdo con los documentos *Valoración del impacto ambiental de la gran industria manufacturera del distrito capital*, elaborado por el Departamento técnico administrativo del medio ambiente, DAMA, en 1997, y *Valoración del impacto ambiental de la pequeña y mediana empresa, Planes de Acción para el Mejoramiento Ambiental*, elaborado por Acercar en 1999, en los cuales se realizó un análisis de los componentes ambientales que prioritariamente son afectados por cada tipo de industria, y que incluyen la identificación de los aportes de ruido para cada actividad en la tabla 3 se resumen esos componentes.

Tabla 3. Impacto a nivel de contaminación sonora de los principales sectores productivos de la ciudad de Bogotá.

Sector	Contaminación sonora
1. Bebidas.	Se origina en las líneas transportadoras y de envase, los desempacadores, lavadoras de entrada y salida y llenadora-taponadora.
2. Alimentos.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.
3. Textil.	Labor de tejeduría.
4. Fabricación de prendas de vestir.	Equipos de corte.
5. Industria de cuero, productos de cuero y marroquinería.	Equipos de corte.

(Continúa)



Tabla 3 (Continuación)

6. Fabricación de calzado.	Equipos de corte.
7. Industria de madera y productos de madera y corcho.	Sierras sinfín, pulidoras, equipos de corte, etcétera.
8. Fabricación de muebles y accesorios.	Equipos de corte (especialmente con sierra) y lijado.
9. Imprentas, editoriales e industrias conexas.	Etapas de pre prensa, impresión y plegado, especialmente con equipo obsoleto.
10. Fabricación de sustancias químicas industriales.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.
11. Fabricación de otros productos químicos.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.
12. Fabricación de productos de caucho.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.
13. Fabricación de productos de plástico.	Operación de equipos.
14. Fabricación de otros productos minerales no metálicos.	Operaciones de lijado, pulido y corte.
15. Industria básica de hierro y acero.	Etapas de desmoldeo y acabado por manipulación de los equipos.
16. Fabricación de productos metálicos.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.
17. Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos.	No se especifica un proceso característico del sector que genere ruido; se consideran equipos de uso general como: motores, compresores, cortadoras, etcétera.

Fuente: *Valoración ambiental de la pequeña y mediana empresa (1999)*.

En un estudio realizado por la Secretaría Distrital de Salud en 1999, en varios ambientes laborales, se encontraron valores típicos para diferentes procesos productivos, los cuales se pueden apreciar en la tabla 4.

Tabla 4. Valores promedio registrados según tipo de industria.

Tipo de industria	No. de industrias muestreadas	Nivel mínimo dB	Nivel máximo dB	Promedio dB
Metalmecánica	17	65	107	96
Textil	3	70	82	89
Obra civil	1	99	100	99.5
Oficinas	1	50	66	58

Fuente: Secretaría Distrital de Salud (1999).



En la tabla 5 se aprecian los niveles de ruido asociados a equipos y maquinaria de construcción.

Tabla 5. Rangos de ruido en equipos de construcción

Maquinas de combustión interna		Nivel a 12 pies (15,2 m) - dB A	
Maquinas de combustión interna	Movimiento de tierra	Compactadores	72-75
		Cargadores	72-85
		Retroexcavadoras	72-94
		Tractores	78-96
		Camiones	82-94
	Movimiento de materiales	Pipas de concreto	75-88
		Mezcladoras	81-83
		Grúas	76-88
	Estacionarias	Bombas	68-72
		Generadores	72-82
Compresores		75-88	
Equipos para trabajo de impacto	Martillos neumáticos	82-98	
	Taladros para roca	80-100	
Otros	Vibradores	70-82	
	Sierras	72-82	

Fuente: Secretaría Distrital de Salud (1999).

En este mismo estudio se encuentra que, a nivel de establecimientos comerciales, los sectores más afectados en ese momento eran la Zona Rosa y Galerías, en donde se generan niveles de ruido entre 65 y 90 dB A en horario nocturno; igualmente se evidenció un deficiente aislamiento acústico en las instalaciones de esparcimiento nocturno en ambos casos.

Un estudio realizado en el 2000, por la Universidad INCCA para el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, en donde se evaluó la contaminación por ruido en la localidad de Puente Aranda, concluyó lo siguiente:

- a. Los niveles consolidados de ruido registrados en este sector de la ciudad, superan ampliamente los valores límite establecidos en la Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud.
- b. Se identificaron 183 fuentes generadoras de ruido, de las cuales el 54% corresponde a establecimientos industriales, el 22% a discotecas, bares y tiendas, el 10% a pequeñas empresas familiares y talleres, el 6% a diferentes tipos de comercio y el porcentaje restante a otro tipo de actividades económicas.
- c. Los equipos con mayor aporte en la generación de ruido son: sistemas de ventilación, extractores, plantas eléctricas, compresores y sistemas de transporte de fluidos, entre otros.
- d. Aunque algunos contaban con sistemas de control como deflectores, se hacía necesario revisar anclajes y paredes de los cerramientos; así mismo, se observó que en sistemas de ventilación se producían vibraciones en las estructuras y turbulencias en la toma y descarga de aire, generando ruidos de alta intensidad sonora y, en otros casos, las fuentes generadoras de ruido propagan sus ondas por puertas, techos o ventanas, ya que no existe ningún tipo de confinamiento.



- e. De manera especial, establecimientos como discotecas, centros nocturnos, bares, centros comerciales, aportan niveles de ruido molestos que afectan la tranquilidad de los habitantes especialmente en horas de la noche.

## 2.5 Factores críticos para la aplicación de alternativas orientadas a la reducción y/o control del ruido tanto ambiental como ocupacional

24

Dentro del proceso de control de ruido se debe seguir el orden para la determinación de acciones por realizar en cada etapa del proceso de transmisión del sonido, mostrado en la figura 4.

Figura 4. Componentes del sistema de transmisión de sonido.

Fuente	Vía	Receptor
Una o más fuentes: <ul style="list-style-type: none"><li>• Instrumento musical</li><li>• Motor</li><li>• Equipo de sonido</li><li>• Sistema de ventilación</li><li>• Vehículo</li><li>• Etcétera</li></ul>	Una o múltiples: <ul style="list-style-type: none"><li>• Aire: ventanas, puertas, aberturas, etcétera.</li><li>• Estructuras: pisos, paredes, techos, etcétera.</li></ul>	Una o múltiples: <ul style="list-style-type: none"><li>• Una persona o una comunidad.</li><li>• Equipo o estructura que se ve afectado.</li></ul>

De acuerdo con esta figura, es importante tener en cuenta para procesos de control de ruido los siguientes elementos:

1. En el caso de la fuente, se debe establecer su número, tipo de ruido que genera, ya que no es lo mismo un motor o equipo fijo que un vehículo en constante movimiento.
2. Para el caso de la vía de transmisión, se debe establecer el medio que separa la fuente de ruido del receptor; por ejemplo: es simplemente aire o se involucra una pared o piso, tiene ventanas, puertas, etcétera.
3. El receptor, que puede variar en cantidad (número de personas o equipos afectados) y calidad (umbral de aceptación de ruido, etcétera).
4. Es importante tener en cuenta que aunque en el diagrama se presentan estos tres aspectos en forma separada, en la realidad ellos se influyen mutuamente.

Es importante tener en cuenta, además, los siguientes aspectos cuando se elija entre varias alternativas presentadas para el control de ruido:

- Nivel de reducción de ruido. A qué niveles de generación de ruido se reduce la emisión de la fuente y si esos niveles cumplen con los requerimientos hechos por la autoridad ambiental y/o los receptores afectados.
- Costo de la alternativa de reducción ofrecida.
- Requerimientos de mantenimiento y costos asociados.
- Posibilidad de acometer la alternativa deseada por etapas, de manera que se pueda ir evaluando su eficacia y distribuyendo el costo de la inversión.



### 3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA GENERACIÓN DE RUIDO

25

Para tener una idea general del impacto en términos de generación de ruido, se presenta un consolidado del seguimiento realizado por la Empresa Salud Ocupacional Sanitas sobre niveles de presión sonora en distintos tipos de industria y sus respectivos valores, los cuales se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Niveles característicos de presión sonora para diferentes equipos utilizados en la industria.

Tipo de industria	Proceso, equipo y/o acceso evaluado	Nivel de presión sonora (dB A)		
		Máximo	Mínimo	Nivel equivalente
Metalmecánica	Pulidora	101,2	89,1	96,9
	Soldadura eléctrica	82,6	76,2	79,8
	Soldadura de oxiacetileno	77,5	72,9	75,4
	Ensamble	90,1	83,7	87,8
	Montacargas	93,1	69,4	83,9
	Prensa hidráulica	92,6	78,4	82,8
	Elevador	67,9	60,4	63,4
Productora de cartón	Troquelado	88,8	75,0	82,6
	Ciclón	87,0	66,0	90,5
	Corrugador	109,0	77,0	92,9
	Gomas	97,0	86,0	93,8
	Triplex	91,9	77,0	88,8
	Recolección	90,9	77,0	86,2
	Descartote	89,8	79,0	83,6
	Cuchillo	91,9	82,4	85,3
Autopartes	Prensa neumática	94,1	90,2	92,3
	Prensa hidráulica	92,8	84,6	87,1
	Pintura	79,8	78,7	79,1
Alimentos (1)	Molino 1	82,9	59,2	77,0
	Molino 2	109,3	79,7	100,5
	Máquina rayadora	94,2	73,8	88,2
Plásticos (1)	Troqueladora	91,6	72,5	78,5
	Molino	93,2	82,6	85,7
	Pulidora	86,9	73,5	81,0
	Máquina de corte	98,0	71,0	85,8
	Prensa	88,9	72,5	85,7
	Mezclador	79,1	71,6	75,8

(Continúa)



Tabla 6 (Continuación)

Plásticos (2)	Selladora	87,9	74,3	76,8
	Máquina burbujas	86,0	73,6	77,7
	Máquina burbujas con extractor	82,9	77,7	79,4
Alimentos (2)	Recepción de producto	88,8	86,1	87,2
	Trilladora	85,1	82,4	83,7
	Bodega	84,1	82,0	83,2
	Molino (1)	88,4	86,4	87,6
	Molino (2)	92,0	90,9	91,4
Sector químico	Reactor	82,5	79,3	81,9
	Agitadores	77,2	76,6	76,9
	Compresor	87,2	82,7	84,6
	Cargue	86,3	85,2	85,9
	Mezclas	79,5	78,5	79,0

Fuente: Salud Ocupacional Sanitas Ltda. (2003).

Para realizar una evaluación de los impactos asociados a los niveles de emisión de ruido por la información presentada en la tabla anterior y teniendo en cuenta los lineamientos de la GTC 45, se establece un nivel de riesgo bajo para aquellos procesos, equipos y/o accesorios que tengan un nivel de ruido menor a 80 dB (A), un nivel de riesgo medio para aquellos con nivel de ruido igual o superior a 80 pero menor a 85 dB (A) y riesgo alto, para aquellos con un valor en nivel de ruido igual o superior a 85 dB (A). En la siguiente tabla se presenta el resultado de la evaluación planteada.

Tabla 7. Evaluación de impactos asociados a niveles de ruido ambiental para diferentes equipos utilizados en la industria.

Tipo de industria	Proceso, equipo y/o accesorio evaluado	Nivel de riesgo
Metalmecánica	Pulidora	Alto
	Soldadura eléctrica	Bajo - Medio
	Soldadura de oxiacetileno	Bajo
	Ensamble	Medio - alto
	Montacargas	Bajo - alto
	Prensa hidráulica	Bajo - alto
	Elevador	Bajo
Productora de cartón	Troquelado	Bajo - alto
	Ciclón	Bajo - alto
	Corrugador	Bajo - alto
	Gomas	Alto
	Triplex	Bajo - alto
	Recolección	Bajo - alto
	Descartote	Bajo - alto
	Cuchillo	Medio - alto
Autopartes	Prensa neumática	Alto
	Prensa hidráulica	Medio - alto
	Pintura	Bajo

(Continúa)

Tabla 7 (Continuación)

Alimentos (1)	Molino 1	Bajo - medio
	Molino 2	Bajo - alto
	Máquina ralladora	Bajo - alto
Plásticos (1)	Troqueladora	Bajo - alto
	Molino	Medio - alto
	Pulidora	Bajo - alto
	Máquina de corte	Bajo - alto
	Prensa	Bajo - alto
	Mezclador	Bajo
Plásticos (2)	Selladora	Bajo - alto
	Máquina burbujas	Bajo - alto
	Máquina burbujas con extractor	Bajo - medio
Alimentos (2)	Recepción de producto	Alto
	Trilladora	Medio - alto
	Bodega	Medio
	Molino (1)	Alto
	Molino (2)	Alto
Sector químico	Reactor	Bajo - medio
	Agitadores	Bajo
	Compresor	Medio - alto
	Cargue	Alto
	Mezclas	Bajo

Fuente: INAMCO (2003).

Esta clasificación puede ser homologada para el caso de ruido ambiental, ya que al ser la fuente de emisión la misma y teniendo en cuenta los niveles de atenuación de ruido, se espera que aquellos procesos, equipos y/o accesorios que tengan un nivel de ruido menor a 90 dB (A), a nivel ambiental se encuentren en cumplimiento de norma y aquellos que se encuentran por encima de 90 dB (A) tengan algún grado de impacto según la clasificación de la UCR del DAMA.

## 4. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA LA MINIMIZACIÓN Y/O CONTROL DE RUIDO (TRANSVERSALES)

28

Para abordar el tema de los mecanismos de control y/o minimización de ruido, es importante tener en cuenta la definición de sonido, el cual se considera como una alteración física en un medio (gas, líquido o sólido) que puede ser detectada por el oído humano.

De acuerdo con esta definición, estas alteraciones pueden generarse por muchas razones, por ejemplo:

1. Una corriente de aire a través de las aspas de un ventilador al girar.
2. Torbellinos producidos cuando una corriente de aire choca con una obstrucción, como la que se produce en la salida de un sistema de ventilación.
3. Vibración de una superficie, etcétera.

El control de ruido se define como la tecnología para obtener un ruido ambiental (interior y/o exterior) aceptable, de acuerdo con los valores establecidos por la normatividad legal y/o el nivel de confort establecido por los receptores, y teniendo en cuenta consideraciones de tipo económico y operativo.

---

### 4.1 Transmisión del ruido

---

El sonido puede transmitirse por cualquier medio: gaseoso, líquido o sólido. Veamos como ejemplo el sonido de un piano que puede escucharse a través de múltiples vías:

1. Una vía de aire a través de una ventana.
2. El golpe del sonido en las paredes, forzándolas a una pequeña vibración.
3. La energía vibratoria que viaja a través de la estructura del edificio, forzando a otras superficies a que vibren e irradien el sonido.
4. A través del mueble del piano hacia el piso, haciendo que el suelo vibre e irradie el sonido hacia el piso de abajo.

En la figura 4, se observa cómo los tres componentes que intervienen en la transmisión del sonido operan como un sistema en el que interactúan cada uno de sus componentes.



## 4.2 Propagación del sonido al aire libre

La propagación del sonido en exteriores a través de la atmósfera suele originar una disminución del nivel al aumentar la distancia entre fuente y receptor. Esta atenuación es el resultado de varios mecanismos, principalmente la divergencia geométrica desde la fuente del sonido, la absorción de la energía acústica por el aire a través del que se propagan las ondas sonoras y el efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo. Igualmente pueden influir condiciones de régimen de vientos y temperatura, cuando las distancias entre la fuente y el receptor son mayores de 100 metros.

29

## 4.3 Características acústicas fundamentales de un recinto cerrado

El comportamiento espacial del sonido alrededor de una fuente en un espacio cerrado, como una habitación, es distinto de lo que sería si la misma fuente estuviera localizada al aire libre, lejos de cualquier superficie reflectante. Esto se debe a que el sonido se refleja sobre los límites del cerramiento y sobre los objetos en su interior. En los límites del cerramiento, parte de la energía sonora incidente se refleja, parte es absorbida y parte es transmitida a través de las paredes del mismo. Cualquier medida que se tome para el control de ruido de una fuente dentro de un recinto cerrado debe contemplar las variables de reflexión, absorción y transmisión del sonido.

## 4.4 Metodologías y herramientas para determinar potenciales de minimización del ruido generado (en instalaciones, en proceso, entre otros)

Las técnicas de control de ruido pueden clasificarse en las siguientes categorías:

Control de ruido en la fuente	<p>Tiene como objetivo intervenir en la fuente generadora de ruido y algunos ejemplos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar equilibrio en masas rotatorias que pueda presentar la fuente.</li> <li>• Aislar componentes vibratorios de la fuente.</li> <li>• Reducir el movimiento de los componentes que vibran (utilizando materiales de amortiguación).</li> <li>• Realizar cambios posibles en el funcionamiento de los equipos sin afectar su operación.</li> </ul>
Control de ruido en la vía de transmisión	<p>Aquí se pretende reducir la energía comunicada al receptor y algunos ejemplos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la distancia entre la fuente y el receptor.</li> <li>• Ubicar la fuente de tal manera que se optimice la distribución del ruido y haya una menor afectación al receptor o receptores.</li> <li>• Instalación de barreras (al aire libre o alrededor de la fuente, de acuerdo con su ubicación) utilizando materiales absorbentes de ruido.</li> </ul>

(Continúa)

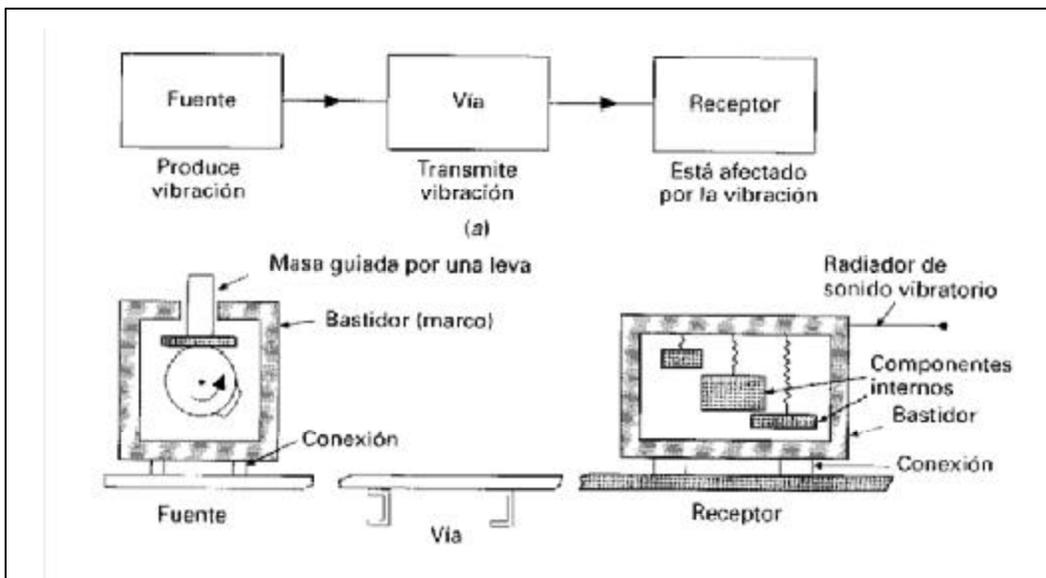


<p>Uso de medidas protectoras en el receptor.</p>	<p>Sólo son aplicables en circunstancias de tipo ocupacional, cuando las medidas tomadas tanto en la fuente como en la vía de transmisión no hayan logrado reducir el ruido a niveles aceptables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabinas o cerramientos parciales.</li> <li>• Control de la exposición (rotación de personal).</li> <li>• Aparatos de protección auditiva como: tampones, auriculares, cascos, etc.</li> <li>• Programas de conservación de la audición.</li> </ul>
---	---

#### 4.5 Control de la vibración

Teniendo en cuenta que el sonido es una vibración detectada por el oído humano, el control de la vibración sigue el mismo patrón que el control del ruido: control en fuente, control en la vía de transmisión y control en el receptor (véase figura 5).

Figura 5. Ejemplos ilustrativos de generación de vibración.



<p>Control de vibración en la fuente (véase figura 6)</p>	<p>Es el control más eficaz si las condiciones prácticas permiten su implementación, por lo cual deberá consultarse siempre al fabricante o un experto en la fuente que se quiere intervenir. Algunos ejemplos para este control pueden ser, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar elementos que vibran por otros que vibren menos.</li> <li>• Cambiar la dirección, magnitud y/o forma del movimiento de diferentes piezas para disminuir la vibración que se genera.</li> </ul>
---	--

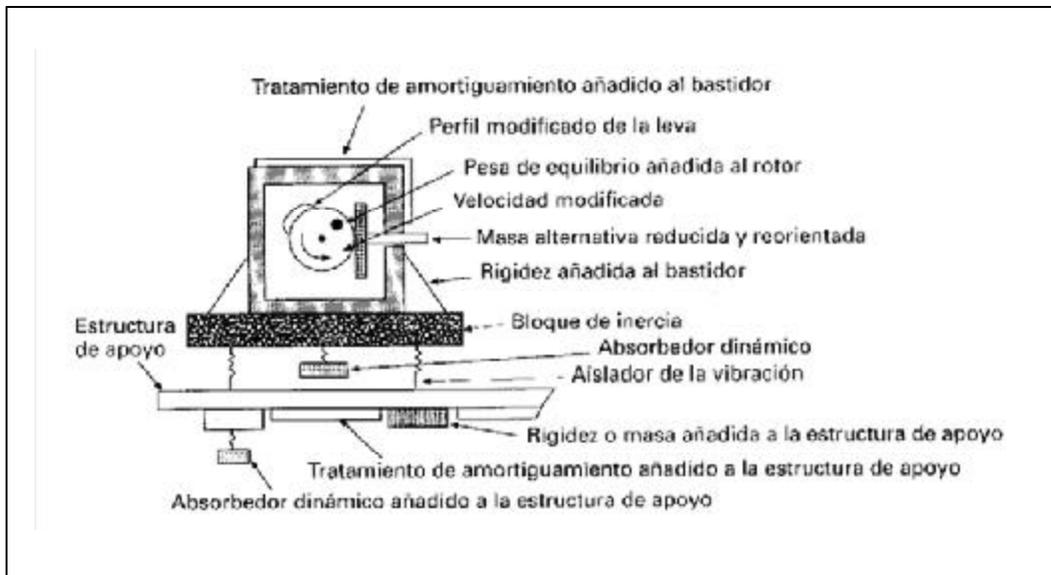
(Continúa)



Tabla 9 (Continuación)

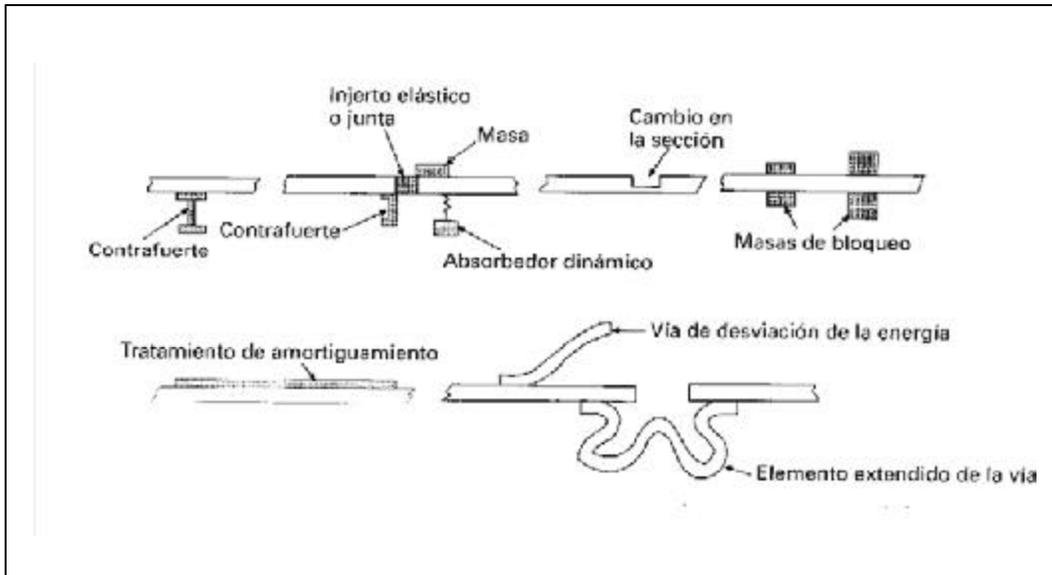
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar el equilibrio dinámico de la fuente mediante la instalación de pesas en las piezas que se mueven.</li> <li>• Cambiar movimientos fuertes y cortos en las piezas por otros menos fuertes y más prolongados.</li> <li>• Mejorando lubricación en las piezas que rozan.</li> <li>• Cambiando el material y/o geometría de las piezas que rozan o engranan.</li> <li>• Introduciendo materiales absorbentes y/o supresores de turbulencia en ductos que transporten aire, como ventiladores o compresores.</li> <li>• Aumentar la resistencia de la estructura que soporta el equipo que vibra.</li> </ul>
--	---

Figura 6. Ilustración de algunos sistemas para modificar la vibración de una fuente.



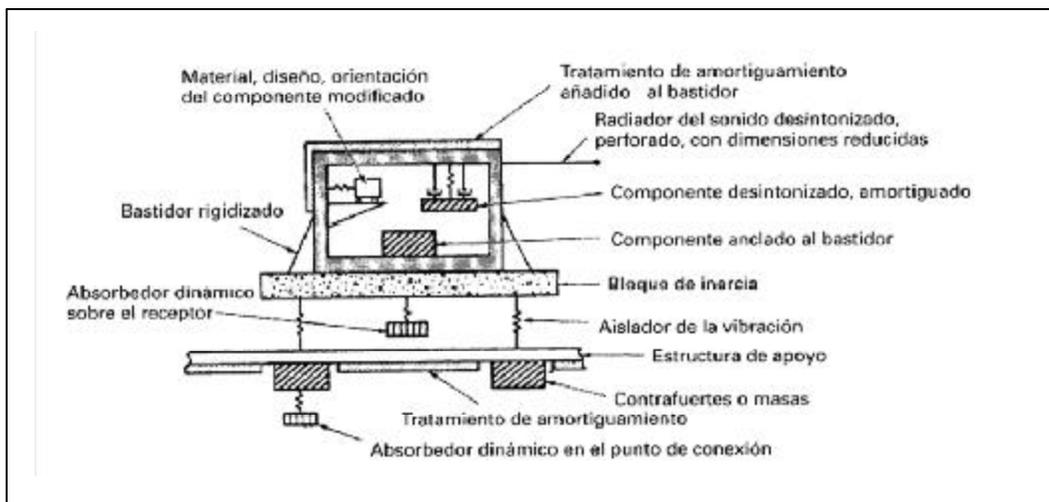
<p>Control de Vibración en la Vía de Transmisión (véase figura 7)</p>	<p>Algunos ejemplos para evitar la transmisión de vibración al receptor, pueden ser, entre otras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar discontinuidades o interrupciones en la vía de transmisión, las cuales pueden ser completas o parciales. Estas discontinuidades pueden ser: uniones elásticas, juntas de culata u otros elementos flexibles.</li> <li>• Aumentar la rigidez y/o la masa en ambos lados de la interrupción.</li> </ul>
---	--

Figura 7. Ilustración de algunos sistemas de control de la vibración en las vías de transmisión.



<p>Control de vibración en el receptor (véase figura 8)</p>	<p>Algunas alternativas en este caso (sólo si se trata de un equipo) pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la resistencia del anclaje del equipo que recibe la vibración.</li> <li>• Utilizar componentes más resistentes a la vibración.</li> <li>• Aislar dentro de la fuente los elementos más sensibles a la vibración, entre otros.</li> </ul>
---	---

Figura 8. Ilustración de algunos sistemas de control de la vibración en el receptor.



## 4.6 Materiales absorbentes

Para acometer medidas de control de ruido en la vía de transmisión, podemos recurrir a materiales absorbentes de sonido que permitan reducir los niveles que llegan al receptor.

En términos generales, podríamos decir que todos los materiales absorben sonido en alguna medida, sin embargo, los más apropiados para impedir la propagación de ruido son los que lo absorben en una mayor proporción, como fibras y lanas minerales. No son apropiados materiales como icopor (poliestireno) o cajas de empaque de huevos, debido a su baja capacidad de absorción de sonido (véase tablas 8 y 9).

33

### 1. Tipos de materiales acústicos

Los materiales que pueden usarse tanto en techos como paredes pueden clasificarse como: (i) baldosas acústicas o tableros acústicos, (ii) ensamblajes acústicos especiales y, (iii) techos acústicos, los cuales varían en cuanto a tamaño, tipo de instalación, tipo de fuente a controlar, etcétera.

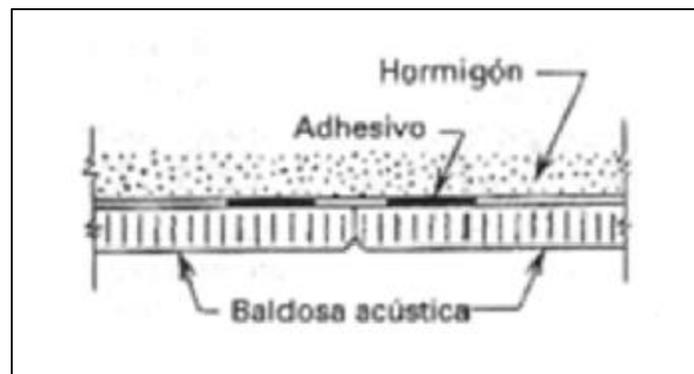
#### a. Baldosas o tableros

Una baldosa o tablero acústico es un material integral, rígido que se sujeta por sí mismo a una superficie, usualmente es comercializado en unidades prefabricadas de tamaño y grosor definidos. La diferencia entre baldosas y tableros es solo de tamaño y pueden encontrarse con diferentes características de tipos de superficie, capacidad de absorción, estilos arquitectónicos, reflexión de luz, etcétera. Los materiales que se utilizan en su fabricación son: fibra mineral perforada con fieltro, fibra de vidrio o lana mineral, fibra mineral lisa o fisurada, etcétera (véase figura 9).

#### b. Ensamblajes acústicos especiales

En esta categoría tenemos: bandejas de metal perforado con tableros de fibra mineral, paneles de pared a pared, paneles perforados con mantas de fibra mineral y absorbentes suspendidos; también tenemos paneles que se fijan a superficies verticales. La principal función del tablero es aportar una superficie rígida duradera que sea lo más acústicamente transparente posible y su uso es ideal para encerrar fuentes de generación de ruido (véase figura 10).

Figura 9. Esquema de instalación de baldosas acústicas.



### c. Techos acústicos

Los materiales acústicos pueden utilizarse como parte integral de la estructura de un tejado, paredes en edificios o plantas industriales, para lo cual existen alternativas como: tableros acústicos para cubiertas moldeadas, paneles perforados para cubiertas de tejado y aislamientos estructurales (véase figura 11).

Figura 10. Esquema de instalación de ensamblajes acústicos especiales.

34

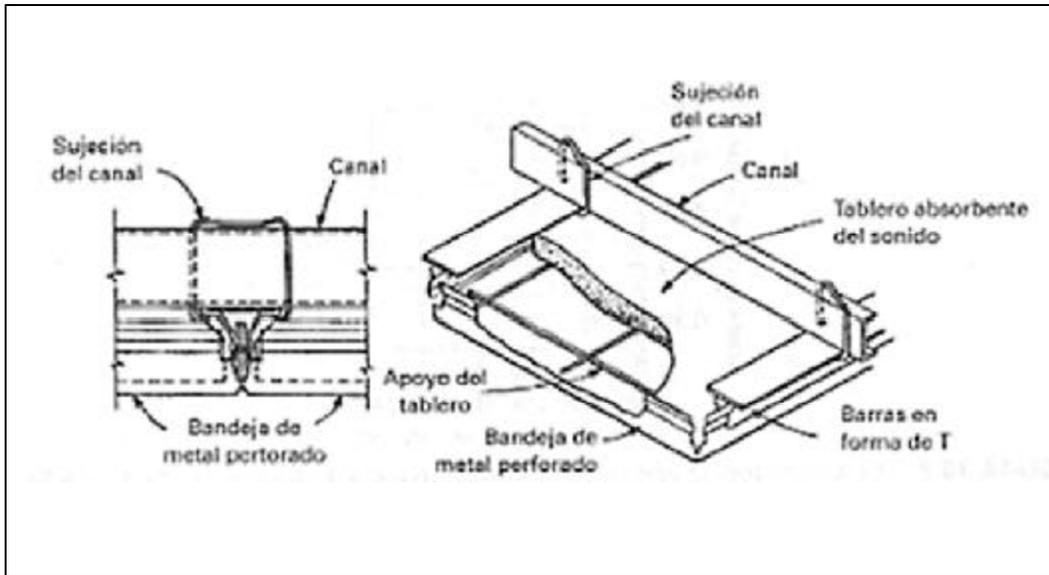
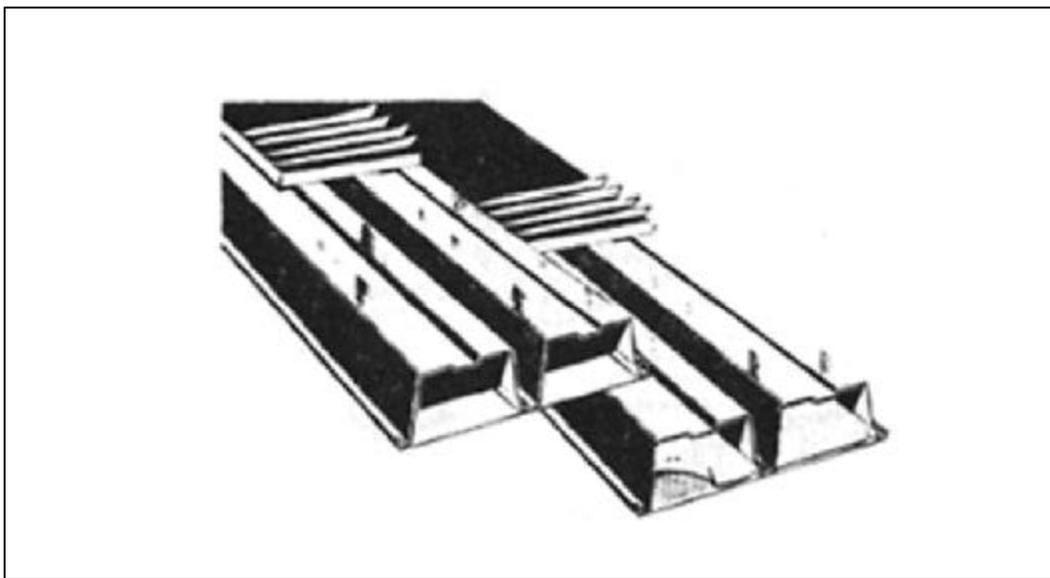


Figura 11. Ensamblaje de aislamiento en techos.



Algunos de los materiales que pueden servir para instalar en techos pueden ser virutas de lana, fibras de vidrio o lanas minerales prensadas con algún aglutinante.

En cuanto a los materiales absorbentes, además de sus características de absorción de sonido, se deben tener en cuenta otras propiedades, como:

- Propagación y resistencia al fuego.
- Resistencia mecánica y resistencia al uso.
- Estabilidad dimensional.
- Reflectancia de la luz.
- Atenuación del sonido.
- Mantenimiento, limpieza, posibilidad de ser pintado.
- Apariencia.
- Costo.
- Facilidad de instalación, método de montaje.
- Disponibilidad de espacio para la instalación acústica.
- Peso de la instalación acústica.
- Compatibilidad con otros materiales y componentes.

En la tabla 8, se encuentra un resumen de la magnitud de las pérdidas por transmisión para diferentes superficies y materiales, de acuerdo con la frecuencia en que se presenta el sonido.

Tabla 8. Características aislantes de materiales de uso común en la industria.

Descripción	Peso kg/m <sup>2</sup>	Espesor mm	TL. (dB)						TLP
			Análisis de banda de octava (Hz)						
			125	250	500	1000	2000	4000	
Acero galvanizado calibre 18	9,76	1,25	12	20	22	30	28	31	30
Acero galvanizado calibre 16	12,20	1,58	12	21	27	32	37	43	34
Acero galvanizado calibre 14	15,70	2							35
Plomo en plancha de 1/64"	4,54	0,4	19	20	24	27	33	39	26
Plomo en plancha de 1/43"	7,32	0,58							28
Plomo en plancha de 1/32"	9,10	0,8	22	24	29	33	42	43	31
Plomo en plancha de 1/20"	14,68	1,2							34
Plomo en plancha de 1/16"	19	1,56	28	32	33	32	32	33	
Plomo en plancha de 1/8"	34	3	30	31	27	38	44	33	
Aluminio	1,70	0,6							19
Aluminio	2,5	0,9	11	10	10	18	23	25	
Aluminio	4,39	1,59							26
Aluminio	8,30	3,18							26

TL: pérdida de transmisión.

TLP: pérdida de transmisión promedio.

Fuente: Colciencias (1994).



---

## 4.7 Aislamiento Acústico

---

Otra opción de control y/o minimización de ruido es colocar obstáculos que aíslen o confinen el ruido dentro de un recinto. Dentro de este grupo se puede intervenir en: paredes, puertas, ventanas y suelos.

### A. Paredes

1. Paredes simples. Su capacidad de aislamiento depende de su masa por unidad de área, su rigidez y su capacidad de amortiguamiento del material y/o de sus bordes.
2. Paredes huecas. Puede brindar una mayor capacidad de aislamiento, de acuerdo con el espacio entre las dos capas de la pared y si se introduce un material absorbente de sonido entre las dos capas, su nivel de aislamiento se incrementará significativamente.

### B. Puertas

1. Puertas simples. La capacidad de aislamiento de una puerta dependerá no sólo del tipo de la misma, sino de las características del marco y juntas alrededor del perímetro. Las juntas de caucho o neopreno comprimidas entre la puerta y el marco son muy eficaces, igualmente se pueden utilizar sellos magnéticos (como las puertas de los refrigeradores). Los marcos de las puertas deben ajustarse a la pared de tal manera que se eviten grietas o cavidades huecas que actúen como vías de escape del sonido.
2. Puertas simples especiales. Este tipo de puertas incluye adaptaciones especiales que aumentan el aislamiento acústico con respecto a una puerta convencional; sin embargo, la importancia crítica en el logro de un buen aislamiento dependerá de las características de su instalación (juntas y marco), de manera que se eviten grietas o huecos que transmitan el sonido y requiere una adaptación periódica de los sellos.
3. Mejoramiento de puertas existentes. Básicamente se logra aumentando su peso: colocando en la parte hueca entre las dos capas algún tipo de material, añadiendo a la superficie una capa dura (que puede ser metal) e instalando sellos en el perímetro.
4. Puertas dobles. Añadir una segunda puerta con un espacio libre entre ellas es una alternativa relativamente barata y efectiva acústicamente; además, si se añade algún material de absorción acústica, pueden lograrse niveles aceptables de aislamiento.
5. Puertas con cierre automático de umbral o sello inferior. Permiten controlar los escapes de sonido bajo la puerta. Sin embargo, su rendimiento no es tan bueno como las juntas comprimidas o los sellos magnéticos.

### C. Ventanas

1. Ventanas con cristal único. El aislamiento que aporta depende básicamente del grosor del cristal, este será mayor en la medida que se aumente la masa por unidad de área.
2. Ventanas con cristales dobles o triples. El uso de cristales dobles o triples aumenta la pérdida por transmisión a frecuencias altas, pero la mejora global dependerá de la separación entre los cristales.
3. Ventanas con cristal inclinado. Este tipo de cristales es utilizado principalmente en estudios de grabación, con el fin de evitar reflexiones ópticas múltiples; sin embargo, este montaje no permite reducciones mayores a las que brindan los cristales paralelos.
4. Ventanas con relleno de gas pesado. Se trata igualmente de cristales dobles en medio de los cuales puede haber gases pesados como argón o SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre), etcétera, los cuales alteran significativamente la transmisión del sonido.



## D. Suelos

Aislamiento de suelos tanto para sonidos transmitidos por el aire como para sonidos de impacto. Se utilizan las mismas técnicas que se aplican para generar aislamiento en paredes: aumentar la masa por unidad de área, tener espacios huecos en las divisiones, etcétera, disponer de capas flexibles como alfombras o paños sobre las superficies puede ayudar a reducir la transmisión por sonidos de impacto y si se utilizan materiales absorbentes de sonido en las cámaras de aire del suelo, pueden lograrse niveles mucho más altos de aislamiento. Es importante evitar superficies delgadas o livianas como aglomerados.

## Sistemas de ventilación

Teniendo en cuenta que cuando se realiza aislamiento acústico en un recinto, por ejemplo una taberna o discoteca, el objetivo es impedir que el ruido escape al exterior, se hace necesario eliminar huecos, grietas, aberturas, etcétera, que permiten el escape del ruido; sin embargo, las personas que permanecen dentro de estos recintos requieren ventilación, por lo que se debe recurrir a sistemas de ventilación con amortiguación sonora, los cuales mediante la instalación de materiales absorbentes y geometría especial en sus ductos, además de la ubicación especial de los puntos de toma y descarga de aire, impiden fugas de ruido. Si no se establece un adecuado sistema de ventilación, seguramente muchas de las estrategias adoptadas para control de ruido basadas en materiales absorbentes o amortiguación, no van a tener éxito en establecimientos comerciales de esparcimiento nocturno, ya que el ruido va a escapar al abrir una ventana, una claraboya o una puerta para permitir la ventilación de las personas que están dentro del local.

Tabla 9. Características aislantes de materiales de uso común en la construcción.

Descripción	Peso lb/pie	TL (dB) Análisis de banda de octava (Hz)							
		TLP							
		128	192	256	384	512	768	4204	8409
<b>PUERTAS</b>									
Puerta de madera pesada, de aproximadamente 2,5 pulgadas de espesor, caucho y fieltro en el borde inferior.	12,5	23	26	26	28	29	30	33	33
Puerta revestida de acero (bien sellado al revestimiento y al umbral de la puerta).	6,8	29	33	33	32	36	34	41	40
<b>VIDRIO</b>									
Vidrio de 1/8 de pulgada de doble resistencia, de 40*20 pulgadas.		15		26		27		33	29
Vidrio de 1/4 de pulgada, en láminas de 40*20 pulgadas.		25		33		31		34	32
<b>MUROS HOMOGÉNEOS</b>									
Lámina sencilla de aluminio de 0,025 pulgadas de espesor (calibre 22).	0,35			18		13		23	25
Lámina sencilla de hierro galvanizado de 0,03 pulgadas de espesor (calibre 22).	1,2			25		20		35	32
Lámina sencilla de plomo de 1/8 de pulgada de espesor.	8,2			31		27,2		43,8	32
Lámina sencilla de plomo de 1/16 de pulgada de espesor (calibre 22).	3,9			31,8		33,2		32,1	32
Fibra de vidrio de 6 libras/pie <sup>3</sup> de densidad y 1 pulgada de espesor.	0,5	5	5	5	5	4,5	4	3,5	

(Continúa)



(Tabla 9 continuación)

Fibra de vidrio de 6 libras/pie <sup>3</sup> de densidad y 2 pulgada de espesor.	1,0	8	8	8	8	7,5	7,5	7	6,5
Fibra de vidrio de 6 libras/pie <sup>3</sup> de densidad y 3 pulgada de espesor.	1,5	10	10	10	10	10	10	10	10
Fibra de vidrio de 6 libras/pie <sup>3</sup> de densidad y 4 pulgada de espesor.	2,0	12	12	12,2	12,5	12,5	12,5	13	13
Separaciones con ladrillo de vidrio de 33/4" * 47/8" * 8" de espesor.		30,2	36,2	34,7	39,4	40,5	45,1	49	43,4
Concreto reforzado de 4 pulgadas de espesor.		37	33	36	44	45	50	60	67
Concreto reforzado de 8 pulgadas de espesor.		42	38	41	49	50	55	65	72
<b>MUROS NO HOMOGÉNEOS</b>									
Bloques de concreto con huecos de 4", sin tratamiento especial.		27	29	32	35	37	42	46	48
Bloques de concreto con huecos de 4", con una capa de pintura a base de resina.		30	33	34	36	41	45	55	53
Bloques de concreto con huecos de 4", con una capa de pintura a base de cemento.		37	40	43	45	46	49	56	55
Bloques de concreto con huecos de 6", sin tratamiento especial.		28	34	36	41	45	48	52	47
Bloques de concreto con huecos de 8", sin tratamiento especial.		18	24	28	34	37	39	42	40
Bloques de concreto con huecos de 8", con una capa de pintura a base de cemento.		30	36	40	44	46	48	50	41
Acero estriado, calibre 18, con listones de madera de 2*4" en los bordes.		30	20	20	21	22	17	28	31
Losas de hormigón huecas sin tratamiento superficial.		8	8	5	7	9	12	18	17
Losas de hormigón huecas con superficies recubiertas con yeso.		31	27	27	36	35	33	40	47
Losas de hormigón armado de 4 pulgadas de espesor.		37	33	36	44	45	50	60	67
Tablero de fibra de vidrio.		27	25	23	25	27	29	33	41
Tablero de asbesto ondulado reforzado horizontalmente por una viga de madera.		33	29	31	34	33	33	42	39
Tablero de virutas de madera, de 2" de espesor, recubierto con yeso en ambos lados.	4,4	31	33	25	31	31	29	41	42
Ladrillo común de plancho.	15,5	45	49	44	52	53	54	60	61
Ladrillo común de plancho, enlucido de yeso de 1,6 cm en ambos lados.	20,4	---	---	48	---	49	---	59	70
Ladrillo común de canto, enlucido de yeso de 1,6 cm en ambos lados.		---	---	40	---	37	---	59	59

TL: pérdida de transmisión.

TLP: pérdida de transmisión promedio.

Fuente: Colciencias (1994).

#### 4.8. Control de ruido en motores

Las principales fuentes de ruido en motores pueden originarse por causas (a) mecánicas, (b) aerodinámicas y/o (c) magnéticas, específicamente por movimientos intermitentes de las diversas piezas debido a la acción de fuerzas cíclicas, por interrupciones intermitentes del flujo de aire de refrigeración o por estímulos sobre las frecuencias propias de los elementos del motor por causa de fuerzas magnéticas.

En la tabla 10, se aprecian las principales fuentes y métodos de control de ruido en motores.



Tabla 10. Fuentes y métodos de control de ruido en motores eléctricos y generadores.

Fuente de ruido	Causa	Elemento causante de ruido	Método de control de ruido
Mecánica	Impacto	Cojinete liso.	Ajustar el anillo de aceite y reducir la holgura longitudinal del eje.
		Cojinete de bolas.	Reducir la holgura radial, ajustar el separador, reducir las tolerancias del eje y el bastidor. La frecuencia propia de la pantalla final no debería igualar a la frecuencia característica del cojinete de bolas.
		Portaescobillas y escobillas.	Ajustar el portaescobillas, cambiar la frecuencia propia, desviar las escobillas y limpiar el colector.
		Laminaciones sueltas.	Mejorar la sujeción de las laminaciones.
	Rozamiento	Cojinete de bolas.	Holgura demasiado estrecha, lubricante demasiado solidificado o inexistente; rectificar.
	Desequilibrio	Rotor	Equilibrar mecánicamente.
	Inestabilidad	Cojinetes	Cambiar las ranuras de lubricación de cojinetes.
Aerodinámica (ventilación)	Modulación	Varillas del rotor interruptoras de movimiento.	Añadir filtros acústicos o conductos revestidos acústicamente.
		Vibraciones del rotor que alteran el espacio del aire y en consecuencia el movimiento.	Equilibrar el rotor o eliminar las fuerzas magnéticas; cambiar su frecuencia en caso de que sea igual a la frecuencia natural del rotor.
	Turbulencia	Ventilador	Diseñar de nuevo el ventilador y las volutas o añadir filtros acústicos y/o conductos revestidos acústicamente.
Magnética	Excentricidad	Espacio de aire	Corregir las excentricidades del rotor o del estator mecánicamente o por medio de ajustes.
	Campo variable en dirección circunferencial	Máquinas sincronizadas con polarizaciones extremas.	Emplear sujeciones resilientes al instalar la máquina o los núcleos magnéticos.
		Variaciones entre las muescas y los engranajes respecto a las perforaciones del estator.	Evitar la resonancia de cualquier elemento del motor en esta frecuencia; cortar en chaflán las muescas del rotor.
		Armónicos asimétricos debidos a los armónicos más elevados de la corriente estática.	Reducir la asimetría mejorando el diseño del circuito magnético; evitar la resonancia del bastidor del rotor, especialmente en bajas vibraciones, que emiten sonidos de mayor intensidad.

Fuente: Harris (1995).



## 4.9 Buenas prácticas aplicables a Establecimientos Comerciales de Esparcimiento Nocturno.

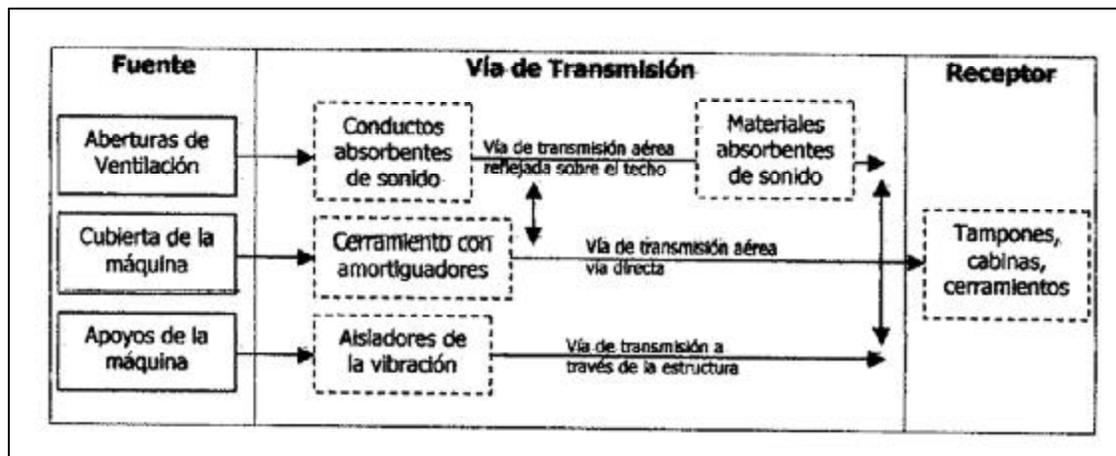
En el caso específico de los establecimientos de esparcimiento nocturno aplican básicamente las mismas prácticas que se han planteado en los numerales 4.5 a 4.7, ya que como cualquier fuente de emisión de ruido, su control debe hacerse en primer lugar en la fuente, para luego pasar a las vías de transmisión.

40

De manera específica, en este tipo de establecimientos comerciales se pueden utilizar las siguientes opciones de control:

- Controles de vibración en los equipos generadores, por ejemplo parlantes y/o instrumentos musicales. (véase numeral 4.5).
- Utilizar las opciones de materiales absorbentes que se aplican a paredes y techos. (véase numeral 4.6).
- Igualmente revisar de manera especial, las alternativas de aislamiento acústico para paredes, puertas, ventanas y suelos, detalladas en el numeral 4.7.

Figura 12. Resumen de las técnicas de control de ruido.



Como resumen, podemos tener las siguientes opciones en el control de los niveles de ruido:

### Sustitución de equipos o procesos

La sustitución de equipos o procesos ruidosos por otros que generen menos ruido pero que mantengan o mejoren los requerimientos técnicos y económicos no siempre es fácil, pero, de modo general cuando es posible, se consiguen buenos resultados cuando se sustituye:

- El remachado por la soldadura.
- Las prensas mecánicas por las prensas hidráulicas.
- Los martillos neumáticos por los martillos de acción electromagnética.
- Las herramientas portátiles neumáticas por las herramientas eléctricas.
- Los procedimientos de enderezado o conformado de perfiles metálicos por otros a base de gatos o prensas.

### **Modificación de los procesos de trabajo**

Estos procesos se basan en la modificación parcial de los equipos o máquinas, de modo que el ruido generado o emitido sea menor con métodos como:

- Sustituir expulsores neumáticos por otros mecánicos.
- Reducir, en lo posible, las velocidades de rotación.
- Sustituir ventiladores helicoidales por otros centrifugos.
- Sustituir engranajes rectos por otros helicoidales o bien ambos por correas trapezoidales o por una transmisión por fricción o por engranajes de poliamida.
- Introducir escalonamientos en las operaciones con útiles de corte.

41

### **Reducción de las fuerzas generadoras de ruido**

Estos procedimientos consisten básicamente en la introducción de una serie de modificaciones o elementos que reduzcan las fuerzas generadoras de ruido, como:

- Equilibrar dinámicamente la maquinaria.
- Sustituir las piezas desgastadas.
- Engrasar y lubricar adecuadamente las partes móviles.
- Alinear cojinetes y engranajes.
- Disminuir la superficie de radiación del ruido.
- Modificar la rigidez de las superficies radiadoras de ruido.
- Modificar la mesa de los equipos.
- Incluir uniones y anclajes elásticos.
- Instalar elementos antivibratorios.
- Interponer materiales amortiguadores entre superficies que chocan entre sí.
- Colocar silenciadores en escapes neumáticos y salidas de aire.

### **Procedimientos pasivos de control de ruido (reducción del ruido en el medio de propagación)**

Existen diversos procedimientos de control que tratan de atenuar los efectos del ruido sobre los receptores, modificando las condiciones de transmisión y propagación de las ondas acústicas entre los focos emisores y las personas, como son:

- La disposición y planificación adecuada de los equipos ruidosos en la planta.
- El acondicionamiento acústico de las superficies límites interiores de los recintos donde se instalen equipos ruidosos.
- La instalación de cabinas, envolventes, barreras totales o parciales interpuestas entre los focos de ruido y los receptores.
- El tratamiento de las trayectorias de propagación del ruido y de las vibraciones por aislamiento de las máquinas y elementos.

#### **a. Buenas prácticas de manufactura aplicables (priorizadas según beneficios y costos)**

En términos generales y teniendo en cuenta que esta cartilla sólo pretende ser una guía general para



facilitar la toma de decisiones en cuanto a alternativas de control de ruido, podemos hacer la siguiente priorización de las opciones presentadas anteriormente.

Es importante resaltar que en términos de control de ruido, al igual que de muchos aspectos ambientales que son afectados por un proceso determinado, siempre se debe comenzar a controlar desde la fuente y en segundo lugar en la vía de transmisión. En términos de control de ruido ambiental, el receptor no se considera como un aspecto para intervenir, únicamente en el caso de control de ruido ocupacional y como última opción.

42

En la tabla 11, se presentan algunos valores de costos de algunas alternativas, sin embargo, solo corresponden a costos de instalación y no de mantenimiento. Igualmente, no se consideran variables como costos de salud de las personas y/o mantenimiento de los equipos o estructuras afectadas, costos de multas o cierres impuestos por la autoridad ambiental, los cuales deberán incluirse en cada caso, costos de disminución de productividad generada por exposición a ruido excesivo, etcétera.

Tabla 11. Costos de instalación de algunas alternativas de control de ruido.

Etapa de transmisión de ruido.	Alternativa	Costo de instalación aproximado
Fuente	Generar equilibrio en masas rotatorias.	Depende de las características del equipo para intervenir.
	Aislar componentes vibratorios y/o reducción del movimiento de los componentes que vibran en la fuente.	
	Cambios en el funcionamiento del equipo.	
Vía de transmisión	Aumentar distancia entre fuente y receptor y/o optimizar su ubicación.	Dependerá de las características del traslado y/o ubicación de la fuente.
	Instalación de barreras al aire libre.	
	Instalación de cerramientos alrededor de la fuente.	Para un equipo pequeño, con un volumen aproximado de 50 cm <sup>3</sup> , puede partir de \$1'500.000.
	Instalación de materiales absorbentes en ventanas, puertas, muros y/o pisos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paredes, suelos y techos: puede partir de \$70.000 m<sup>2</sup> de material absorbente.</li> <li>• Una puerta acústica puede partir de un valor de \$1'500.000</li> <li>• Las ventanas acústicas pueden costar a partir de \$350.000 m<sup>2</sup>.</li> </ul>
	Instalación de sistemas de ventilación sonoamortiguados.	\$1'500.000 c/punto.



# 5. INDICADORES DE IMPACTO Y COMPETITIVIDAD ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL

## 5.1. Importancia de la implementación de indicadores

Para la implementación de cualquier solución de tipo ambiental, es importante que el Empresario disponga de indicadores que le permitan dirigir sus esfuerzos hacia las soluciones que le reporten los mejores beneficios con respecto a la inversión realizada.

En este documento se brindarán algunos ejemplos de indicadores que el empresario puede utilizar, pero cada industria o empresa puede desarrollar los suyos de acuerdo con su actividad económica o los objetivos que persiga con la intervención que piense realizar.

## 5.2. Definición de indicadores

### a. Indicadores Absolutos

Los indicadores absolutos son el enfoque principal, puesto que representan la emisión de cantidades contaminantes. El desarrollo de tales indicadores puede ilustrarse durante un período de varios meses o años en un análisis de series temporales y proporciona la base para fijar objetivos y metas.

Tomando la definición de ruido como aquel “sonido u otra alteración física en un medio desagradable o no deseada”, se encuentra que los indicadores absolutos aplicables para este caso corresponden a los niveles de ruido que exceden los permisibles por la legislación ambiental aplicable y a las quejas y/o reclamos por parte de la comunidad por efecto del desagrado del ruido generado, según se indica en la tabla 12.

Tabla 12. Indicadores absolutos.

INDICADOR	UNIDAD	OBSERVACIONES
Niveles de ruido que exceden la legislación ambiental.	dBA	Es necesario tomar mediciones periódicas de niveles de ruido ambiental, para poder establecer una evaluación del cumplimiento normativo.
Niveles de ruido que suscitan quejas y reclamos por parte de la comunidad.	dBA	Es necesario tomar mediciones de niveles de ruido ambiental y a nivel de la máquina, cuando se presenten quejas por parte de la comunidad y poder conocer los valores asociados.

Fuente: INAMCO Ltda.



Estos indicadores son aplicables tanto para entidades de control como parte de la evaluación de su gestión, como para las fuentes generadoras de ruido para la definición de sus políticas y planes de acción y para la evaluación de las medidas que se han implementado, en un período.

#### b. Indicadores legislativos y de quejas

La imagen ambiental de una empresa o actividad comercial depende en gran medida de lo que el público percibe. Por consiguiente, la gerencia de una empresa debe tener como interés principal evitar cualquier incidente negativo, que pueda dañar su imagen como empresa. Una medición apropiada de la percepción que el público tiene del comportamiento ambiental para el componente ruido, es el número de quejas recibidas.

Igualmente, algunas empresas establecen indicadores para ilustrar el comportamiento ambiental bajo el criterio del cumplimiento de las disposiciones legales. En la tabla 13 se presentan algunos indicadores legislativos y de quejas.

Tabla 13. Indicadores legislativos y de quejas.

INDICADOR	UNIDAD	OBSERVACIONES
Exceso de los valores límite establecidos en la legislación vigente.	Número de excesos	Es necesario tomar mediciones periódicas de niveles de ruido ambiental, para poder establecer una evaluación del cumplimiento normativo y en caso de ser detectado, establecer las fuentes de emisión.
Reclamaciones por contaminación acústica.	Número	Es necesario identificar las fuentes de emisión de ruido cuando se presenten estos casos.

Fuente: INAMCO Ltda.

#### c. Indicadores relativos

Los indicadores relativos demuestran el comportamiento de una empresa en relación con su tamaño o capacidad de producción.

Mientras que los indicadores absolutos describen el grado de contaminación ambiental, los indicadores relativos demuestran si las medidas ambientales dan lugar a mejoras de la eficiencia.

Los niveles de ruido de operación normales de una máquina están asociados con el estado de la máquina y con las condiciones de trabajo de la misma; por ende, la eficiencia del mantenimiento desempeña un papel importante en las condiciones de trabajo de una máquina.

No siempre la industria se encuentra en su tope máximo de capacidad de producción, lo cual implica un porcentaje de utilización de la capacidad instalada; esto se ve reflejado en el grado de utilización de las máquinas y la infraestructura en general y, por consiguiente, en los niveles de ruido emitidos.



Tabla 14. Indicadores relativos.

INDICADOR	UNIDAD	OBSERVACIONES
Nivel de emisión de ruido / número de periodos transcurridos desde el último mantenimiento.	dBA / tiempo	El tiempo se puede medir en días o meses contados a partir de la entrega de la máquina o equipo a producción.
Nivel de emisión de ruido / número de unidades producidas.	dBA / unidades producidas	El número de unidades producidas se puede medir en masa, volumen, cantidad o aquel que aplique a las condiciones de trabajo de cada industria o actividad comercial.

Fuente: INAMCO Ltda.

45

#### d. Indicadores de seguridad e higiene

Los indicadores de protección ambiental, seguridad e higiene suelen tener una cierta conexión; puesto que el equipo con altos niveles ambientales habitualmente tiene altos niveles de seguridad, los riesgos ambientales pueden reducirse evitando accidentes o enfermedades profesionales e incidentes peligrosos.

Para el caso del ruido, es importante destacar que lo que a nivel ambiental es molestia, en el caso ocupacional puede ser hipoacusia (pérdida de la audición) y por ende éste es un parámetro para tener en cuenta. Para tal efecto lo que se evalúa es la evolución de los estados de hipoacusia del personal de las diferentes áreas de trabajo y los niveles de exposición al ruido en dichas áreas de trabajo.

Tabla 15. Indicadores de seguridad e higiene.

INDICADOR	UNIDAD	OBSERVACIONES
Casos de afectación por hipoacusia por áreas de trabajo.	Número / área de la empresa	En el caso de que exista rotación de los trabajadores, se establece la ponderación de la exposición a los diferentes niveles de ruido y se expresa en función del área que tenga mayor ponderación.
Niveles de ruido por áreas de trabajo.	dBA / área de la empresa	En lo posible se debe tomar la medición en distintos puntos, para sacar un valor consolidado o un espectro de los valores reportados.

Fuente: INAMCO Ltda.

### 5.3. Mecanismos de toma de información y retroalimentación de indicadores

Es importante que el empresario invierta tiempo en recolectar la información pertinente sobre las diferentes áreas que cubren el funcionamiento de su empresa. En el caso de ruido, es importante que se recolecte información sobre:

- Niveles de ruido generados por sus procesos (ya sean de manufactura o de servicios). Estas mediciones de ruido deben cumplir los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental, los cuales se presentan en el anexo 2 de este documento.
- Legislación vigente aplicable a su tipo de negocio o el área donde se encuentra ubicado.
- Número y tipo de quejas y reclamos de vecinos.



- Casos de hipoacusia detectados en las evaluaciones médicas de los empleados.
- Productividad de los empleados en un área de alto nivel de ruido y en un área de bajo nivel de ruido.
- Valor e impacto económico de las multas o cierres que la autoridad ambiental pueda imponer por el incumplimiento de la legislación vigente.
- Tipo y costo de instalación de diferentes alternativas de control que ofrece el mercado.
- Costo de mantenimiento de diferentes alternativas de control que ofrece el mercado.
- Nivel de reducción de cada una de estas alternativas.
- Y otro tipo de información que se considere importante de acuerdo con el tipo de procesos que se desarrollen.

46

Con base en esta información, el empresario puede establecer relaciones de costobeneficio de una o varias alternativas que se le ofrecen para solucionar un problema, en este caso la reducción de los niveles de ruido generados por su empresa. Ejemplos de relaciones que se pueden establecer son:

- Costo de multas o cierres versus costo de la alternativa de control elegida.
- Valor de la imagen corporativa de la empresa versus costo de la alternativa de control elegida.
- Nivel de reducción de ruido (porcentaje o número de decibeles) versus costo de la alternativa elegida.
- Productividad versus costo de la alternativa elegida.
- Costo de mantenimiento versus costo de la alternativa elegida.
- Costo de la alternativa elegida versus beneficios obtenidos con la reducción otorgada por la autoridad ambiental (por ejemplo los beneficios que otorga una calificación de UCR –Unidad de Contaminación por Ruido- favorable).
- Y otras, que puedan ser de utilidad para cada caso específico.



## 6. ESTUDIOS DE CASOS

### Caso I

47

TIPO DE EMPRESA	HORNO LADRILLERO
<b>Problema</b>	En el área del molino y extrusión de arcilla en donde también está instalado el ventilador que hala los gases de combustión del horno. En dicha zona trabajan aproximadamente 15 personas en tres turnos que cubren 24 horas y se registraban niveles de ruido de aproximadamente 95 dB A, lo cual generaba en los empleados problemas para comunicarse entre ellos, altos niveles de cansancio que redundaban en disminución de las cantidades producidas por jornada de trabajo y constantes paros en la producción por mal funcionamiento de la maquinaria.
<b>Solución</b>	Se consultó con un ingeniero mecánico con experiencia en elaboración de ladrillo, quien sugirió realizar los siguientes cambios en la maquinaria: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar el eje y los soportes del ventilador, ya que este se encontraba desgastado y generaba vibración, la cual era transmitida por toda la estructura. No se recomendó rectificarlo, ya que no proporcionaba la resistencia de materiales requerida para esta operación.</li> <li>• Realizar un balanceo dinámico al motor del ventilador, ya que se encontraba descentrado y en su operación generaba también vibraciones que se iban trasladando al eje y a la estructura, lo que provocaba un incremento en los niveles de ruido del área de trabajo. Para esta operación se realizaron mediciones al estado actual del motor y luego se colocaron pesas en diferentes puntos para lograr equilibrio en su movimiento.</li> <li>• Se calibró el eje y el motor del ventilador para garantizar que no se generaban vibraciones entre ellos.</li> <li>• Se realizó mantenimiento a la extrusora y se lubricaron y cambiaron las piezas desgastadas.</li> </ul>
<b>Costo de la solución</b>	El valor del mantenimiento de la extrusora, balanceo dinámico del motor, cambio del eje del ventilador y calibración, tuvo un costo aproximado de \$1'500.000.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los niveles de ruido descendieron a 60 dB A, valor que permite el cumplimiento de los valores establecidos por la legislación y genera un ambiente aceptable para los operarios que llevan a cabo el trabajo.</li> <li>• Se disminuyeron los paros por mal funcionamiento de la extrusora de tres veces al día a uno o menos al día.</li> <li>• Mejoró el nivel de comunicación entre los empleados, permitiendo un mejor flujo de instrucciones en la realización de la operación.</li> <li>• Disminuyó en un 15% el consumo de energía eléctrica por parte del motor del ventilador, ya que se eliminaron resistencias para vencer en su operación.</li> </ul>

Fuente: INAMCO Ltda.



Caso II

TIPO DE EMPRESA	OFICINAS
<b>Problema</b>	Un servidor central instalado en un altillo de la oficina producía un ruido de baja frecuencia, muy molesto de acuerdo con el reporte del personal que laboraba en esta área.
<b>Solución</b>	Se realizó un cerramiento a la fuente generadora de ruido utilizando láminas de fibra de vidrio, recubiertas en su lado exterior de una superficie similar a las paredes de las oficinas, de manera que se conservara la misma línea arquitectónica.
<b>Costo aproximado de la solución</b>	Este cerramiento que cubría un área de 5 m <sup>2</sup> , tuvo un costo de instalación de \$800.000 (incluyó material, estructura de soporte y mano de obra). Se consideró que su mantenimiento, dentro de un área de oficinas (que no ofrecía niveles de humedad o calor perjudiciales para el material instalado) no era significativo.
<b>Beneficios</b>	El nivel de molestia reportado por los empleados se redujo en un 95%, ofreciendo un ambiente mucho más confortable para el desarrollo de la actividad de la empresa.

Fuente: INAMCO Ltda.

Caso III

TIPO DE EMPRESA	TRANSFORMADORA DE PLÁSTICO RECICLADO - FÁBRICA DE MANGUERAS
<b>Problema</b>	Los diferentes procesos, entre ellos el de picado de plástico generaban altos niveles de ruido y de vibración hacia las construcciones vecinas, lo cual motivaba constantes quejas por parte de los vecinos.
<b>Solución</b>	Para solucionar el problema de transmisión de ruido aéreo a través de muros, en esta fábrica, se construyó un muro en el lado colindante con la casa vecina, el cual fue separado del existente mediante láminas de icopor y sobre el nuevo muro se aplicó un pañete de aislante de ruido: vermiculita exfoliada, a un espesor de 1,5 cm a todo lo largo del mismo.  Para reducir el problema de transmisión de ruido estructural por la vibración de las máquinas, se instalaron cauchos aislantes o amortiguadores de la vibración en la máquina secadora. Se utilizó caucho natural en tiras de dureza 55 y espesor de 1".
<b>Costo aproximado de la solución</b>	La construcción del muro y aplicación pañete con material aislante sonoro y la instalación de cauchos para amortiguar vibración de la máquina secadora, tuvo un costo total de \$1'962.300.



<b>Beneficios</b>	<p>Los niveles de presión sonora al interior de la vivienda se encuentran actualmente, luego de la aplicación de las medidas de mejoramiento ejecutadas por el proyecto, por debajo del máximo permisible de 65 dB para zonas residenciales en períodos diurnos de acuerdo con la Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983.</p> <p>De acuerdo con estos resultados, la minimización de los niveles de presión sonora al interior de la vivienda vecina, se encuentra en el orden del 6,9 % al 9,4%.</p>
-------------------	--

Fuente: CINSET (2001).



# BIBLIOGRAFÍA

50

(1999). VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA. Planes de Acción para el Mejoramiento Ambiental. Acercar. Bogotá, Colombia.

(1997). MANUAL PARA EMPRESARIOS DE LA PYME. Acercar. Bogotá, Colombia. Cartillas: muebles de madera, fundición, curtiembres, productos químicos, textiles, galvanotecnia, marmolería, productos lácteos, artes gráficas y beneficio de aves.

BALLESTAS J., Carlos Andrés. (1999). RELACION ENTRE EL RUIDO EMITIDO POR MAQUINARIA Y EL MAL FUNCIONAMIENTO MECANICO. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Mecánica, Programa Magister, Bogotá.

CANTER Larry. (1998). MANUAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2ª edición, McGraw Hill. Madrid.

CINSET, ECOFONDO y FUNDACIÓN KONRAD ADENAUER. (2001). Control ambiental en industrias de transformación de plástico reciclado. CINSET. Bogotá.

COLCIENCIAS. (1994). MANUAL PRACTICO DE CONTROL DE RUIDO. Bogotá.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA. 2000. EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO EN LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA EN BOGOTÁ, D.C. Bogotá.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –DAMA-. GESTION AMBIENTAL CON EL SECTOR PRODUCTIVO EN EL DISTRITO CAPITAL, D.C. 2001-2003. Bogotá D.C. 2003.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –DAMA-. (1997). VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA GRAN INDUSTRIA MANUFACTURERA DEL DISTRITO CAPITAL. Bogotá, Colombia.

GONZÁLEZ R., Mauricio. (2001). PROPUESTA DE NORMA PARA EL CONTROL DE RUIDO EN BOGOTA D.C. Universidad de Los Andes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Bogotá.

Harris, Cyril M. (1995). MANUAL DE MEDIDAS ACUSTICAS Y CONTROL DEL RUIDO. Volumen I y II, Editorial McGraw Hill, Madrid.

## Páginas web:

[www.ruidos.org](http://www.ruidos.org)

[www.bogota.gov.co](http://www.bogota.gov.co)

[www.icontec.org.co](http://www.icontec.org.co)

[www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co)

[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)



# ANEXOS

## ANEXO 1

51

### NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE

- **Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud**

Esta norma establece niveles máximos de ruido ocupacional y ambiental, los cuales se presentan en las tablas 16 y 17:

Tabla 16. Artículo 17 de la Resolución 08321 de 1983 de Minsalud. Niveles sonoros máximos permisibles.

<b>Niveles de presión sonora en dB A</b>		
Zonas receptoras	Período diurno	Periodo nocturno
	7:01 a.m. a 9:00 p.m.	9:01 p.m. a 7:00 a.m.
Zona I. Residencial	65	45
Zona II. Comercial	60	60
Zona III. Industrial	70	75
Zona IV de Tranquilidad	45	45

Fuente: Resolución 08321 de 1983 de Minsalud.

Tabla 17. Artículo 42 de la Resolución 08321 de 2003 de Minsalud. Máxima duración de exposición. Nivel de presión sonora diaria (dB A).

<b>Horas</b>	<b>dB A</b>
8	90
7	90
6	92
5	92
4,5	95
4	95
3,5	97
3	97
2	100
1,5	102
0,5	110
≤ 0,25	115

Fuente: Resolución 08321 de 1983 de Minsalud.

- **Decreto 0854 de 2001 de la Alcaldía Mayor de Bogotá**

En su artículo 47, se delegó a las alcaldías locales el control de ruido ambiental en establecimientos comerciales dentro de su jurisdicción.

- **Decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente (calidad del aire)**

Este decreto establece la siguiente clasificación de zonas de acuerdo con los niveles de ruido ambiental en cada una (artículo 15).

**Sectores A (tranquilidad y silencio):** áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.

**Sectores B (tranquilidad y ruido moderado):** zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios.

**Sectores C (ruido intermedio restringido):** zonas con usos permitidos industriales y comerciales, oficinas, uso institucional y otros usos relacionados.

**Sectores D (zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado):** áreas rurales habitadas destinadas a la explotación agropecuaria, o zonas residenciales suburbanas y zonas de recreación y descanso.

Además de esta clasificación, el decreto establece las siguientes limitaciones a la generación de ruido ambiental:

- Artículo 48: en sectores A y B, no se permitirá la construcción o funcionamiento de establecimientos comerciales e industriales susceptibles de generar y emitir ruido que pueda perturbar la tranquilidad pública, tales como almacenes, tiendas, tabernas, bares, discotecas y similares.
- Artículo 49: los generadores eléctricos de emergencia, o plantas eléctricas, deben contar con silenciadores y sistemas que permitan el control de los niveles de ruido, dentro de los valores establecidos por los estándares correspondientes.
- Artículo 50: no se permitirá la promoción de venta de productos o servicios, o la difusión de cualquier mensaje promocional, mediante el anuncio con amplificadores o altoparlantes en zonas o vías públicas, a ninguna hora.
- Artículo 51: los responsables de fuentes de emisión de ruido que pueda afectar el medio ambiente o la salud humana, deberán emplear los sistemas de control necesarios para garantizar que los niveles de ruido no perturben las zonas aledañas habitadas, conforme a los niveles fijados por las normas que al efecto establezca el Ministerio del Medio Ambiente.
- Artículo 52: las normas de planificación de nuevas áreas de desarrollo industrial, en todos los municipios y distritos, deberán establecer un área perimetral de amortiguación contra el ruido o con elementos de mitigación del ruido ambiental.



- Artículo 53: el diseño y construcción de nuevas vías de alta circulación vehicular, en áreas urbanas o cercanas a poblados o asentamientos humanos, deberá contar con zonas de amortiguación de ruido que minimicen su impacto sobre las áreas pobladas circunvecinas, o con elementos de mitigación del ruido ambiental.
- Artículo 54: a partir de la vigencia del presente decreto, el diseño para la construcción de hospitales, clínicas, sanatorios, bibliotecas y centros educativos deberá ajustarse a las especificaciones técnicas que al efecto se establezcan en los estándares nacionales que fije el Ministerio del Medio Ambiente, para proteger esas edificaciones del ruido ocasionado por el tráfico vehicular pesado o semipesado o por su proximidad a establecimientos comerciales o industriales.
- Artículo 55: en áreas residenciales o de tranquilidad, no se permitirá a ninguna persona la operación de parlantes, amplificadores, instrumentos musicales o cualquier dispositivo similar que perturbe la tranquilidad ciudadana, o que genere hacia la vecindad o el medio ambiente, niveles de ruido superiores a los establecidos en los estándares respectivos.
- Artículo 56: la operación de equipos y herramientas de construcción, de demolición o de reparación de vías, generadores de ruido ambiental en zonas residenciales, en horarios comprendidos entre las 7:00 p.m. y las 7:00 a.m. de lunes a sábado, o en cualquier horario los días domingos y feriados, estará restringida y requerirá permiso especial del alcalde o de la autoridad de policía competente. Aún si mediare permiso del alcalde para la emisión de ruido en horarios restringidos, éste deberá suspenderlo cuando medie queja de al menos dos (2) personas. PARAGRAFO.- Se exceptúa de la restricción en el horario de que trata el inciso 1 de este artículo, el uso de equipos para la ejecución de obras de emergencia, la atención de desastres o la realización de obras comunitarias y de trabajos públicos urgentes.

- **Resolución 185 de 1999 del DAMA**

En esta resolución se establecen las condiciones generales para la obtención de permisos de perifoneo dentro del Distrito Capital. Se determinan las condiciones para que esta actividad pueda ser realizada, entre otras: tipo de actividades que pueden ser anunciadas por perifoneo, horarios y tiempos máximos para realizar esta actividad en un lugar determinado, condiciones para la obtención del permiso, etc.

- **Resolución 832 de 2000 del DAMA (UCR)**

Se estableció la clasificación empresarial por impacto sonoro UCR (unidad de contaminación por ruido), que permite dar a cada establecimiento o industria una valoración con respecto a su nivel de generación de ruido.

Esta clasificación se basa en la siguiente fórmula:  $UCR = N - Leq(A)$ , donde UCR es el valor de la unidad de contaminación por ruido, N corresponde a la norma de nivel de presión sonora y  $Leq(A)$  al dato medido de nivel equivalente ponderado en A. De acuerdo con los resultados, la empresa o establecimiento se clasificará en las categorías establecidas en la tabla 18.



Tabla 18. Clasificación de impacto por nivel de intensidad sonora de una fuente fija industrial.

Valor de la UCR. Horario diurno y nocturno	Grado de significancia del aporte contaminante
> 3	Bajo
3 - 1.5	Medio
1.4 - 0	Alto
< 0	Muy Alto

Fuente: Resolución 832 de 2000 del DAMA.

Establece, igualmente, que en caso de que el establecimiento o empresa límite por alguno de sus costados con uso del suelo comercial o residencial, se tomará como máximo permitido para horario diurno y nocturno, el más estricto, de acuerdo con la normatividad vigente y además que en el caso de que las fuentes operen en horario diurno y nocturno se deberá monitorear en los dos horarios y para efectos de la clasificación se tomará el grado de clasificación más alto.

- **Código de Policía de Bogotá. Acuerdo 79 de 2003**

Artículo 83: la contaminación auditiva y sonora es nociva para la salud, perturba la convivencia ciudadana y afecta el disfrute del espacio público. Los siguientes comportamientos previenen la contaminación auditiva y sonora:

1. Mantener los motores de los vehículos automotores en niveles admisibles de ruido y utilizar el pito sólo en caso de riesgo de accidentalidad.
2. Respetar los niveles admisibles de ruido en los horarios permitidos, teniendo en cuenta los requerimientos de salud de la población expuesta y los sectores clasificados para el efecto, y tomar las medidas que eviten que el sonido se filtre al exterior e invada el espacio público y predios aledaños.
3. No se podrán realizar actividades comerciales o promocionales por medio del sistema de altoparlantes o perifoneo para publicidad estática o móvil.
4. Los establecimientos comerciales, turísticos y de venta de música o de aparatos musicales, no podrán promocionar sus productos por medio de emisión o amplificación de sonido hacia el espacio público.
5. Someter el ejercicio de arte, oficio o actividad de índole doméstica o económica a los niveles de ruido admisibles, según los horarios y condiciones establecidos en la ley, los reglamentos y las normas distritales.
6. En los clubes sociales y salones comunales solamente podrá utilizarse música o sonido hasta la hora permitida en las normas nacionales y distritales vigentes.
7. Comunicar de inmediato a las autoridades de Policía cualquier práctica contraria a los comportamientos descritos en este artículo.



ES IMPORTANTE ACTUALIZARSE PERMANENTEMENTE RESPECTO A LA NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE APLICABLE A LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DE TIPO COMERCIAL O INDUSTRIAL, PARA LO CUAL PUEDEN REVISAR, ENTRE OTROS, LOS SIGUIENTES SITIOS EN INTERNET:

- [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co)
- [www.bogota.gov.co](http://www.bogota.gov.co)
- [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

## ANEXO 2

---

### METODOLOGÍA PARA SEGUIR EN LA MEDICIÓN DE NIVELES DE RUIDO

---

- **Resolución 08321 de 1984**

Artículo 18: los niveles de presión sonora se determinarán con un medidor de nivel sonoro calibrado, con el filtro de ponderación A y respuesta rápida, en forma continua durante un periodo no inferior de 15 minutos, se empleará un dispositivo protector contra el viento para evitar errores en las mediciones cuando sea el caso.

Artículo 19: los niveles sonoros para el interior de habitaciones se registrarán dentro de la casa de habitación más cercana a la fuente de ruido, a 1,2 metros sobre el nivel del piso y aproximadamente a 1,5 metros de las paredes de la vivienda. Se deberán efectuar las mediciones en tres sitios diferentes con una distancia entre éstos de 0,5 metros. Se tendrá en cuenta el nivel sonoro promedio de las mediciones.

Artículo 47: las técnicas de medición del ruido en los sitios de trabajo deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a. Que determine la duración y distribución de la exposición al ruido para el personal expuesto durante la jornada diaria de trabajo.
- b. Que permita evaluar la exposición diaria al ruido para el personal expuesto y por ocupación.
- c. Que se efectúen mediciones del nivel total de presión sonora en el sitio o sitios habituales de trabajo, a la altura del oído de las personas expuestas, empleándose un medidor de nivel sonoro previamente calibrado y colocando el micrófono a una distancia no inferior a 0,50 metros de la persona expuesta y de la persona que toma las mediciones. Cuando el nivel total de presión sonora sea próximo o sea superior a 90 dB (A) se debe efectuar un análisis de frecuencia, utilizando un analizador de bandas de octavas o conseguir una apreciación de la frecuencia predominante del ruido, tomando mediciones con los filtros de ponderación A, B y C.



- d. Que facilite la selección de métodos de control, para lo cual es necesario obtener el nivel total de presión sonora y su distribución con la frecuencia, utilizando un equipo medidor de nivel sonoro y un analizador de bandas de octavas.
- e. Que el equipo empleado para las mediciones de ruido se encuentre calibrado tanto eléctrica como acústicamente y en adecuadas condiciones de funcionamiento.
- f. Que se efectúen mediciones del nivel sonoro total de fondo, y
- g. Que permita conocer el grado de eficiencia de los sistemas existentes de control ambiental de ruido; para lo cual se requieren mediciones del nivel total de presión sonora y análisis de las frecuencias con y sin el funcionamiento o empleo del método de control en referencia.

56

Normas técnicas colombianas:

NTC 3520	Descripción y medición del ruido ambiental. Obtención de datos relativos al uso en campo.
NTC 3521	Descripción y medición del ruido ambiental. Aplicación de los límites de ruido.
NTC 3522	Descripción y medición del ruido ambiental. Cantidades básicas y procedimientos.
NTC 4653	Directrices para la medición de la exposición en ambientes de trabajo.

## ANEXO 3

---

### GLOSARIO

---

**Absorción del sonido.** (1) La propiedad que poseen los materiales, estructuras y objetos de convertir el sonido en calor, dando como resultado la propagación en un medio o la disipación cuando el sonido golpea una superficie. (2) El proceso de disipación de energía sonora.

**Coefficiente de absorción de sonido.** Es la fracción de la potencia sonora incidente al azar que es absorbida (o reflejada) por un material. Es una medida de la propiedad absorbente del sonido de un material.

**Coefficiente de reducción de ruido.** Una valoración de número único de las propiedades de absorción del sonido de un material; es la media aritmética de los coeficientes de absorción del sonido a 250, 500, 1.000 y 2.000 Hz, redondeando hasta el múltiplo más próximo de 0,05.

**Conducción del aire.** El proceso por el cual el sonido viaja hacia el oído interno a través de una vía en el aire en el canal del oído externo, utilizando entonces la membrana del tímpano y la cadena de los huesecillos.



**Decibelio.** Unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales a la potencia; el número de decibelios es diez veces el logaritmo (de base 10) de esta relación. En muchos campos sonoros, las relaciones de presión sonora no son proporcionales a las correspondientes relaciones de potencia, pero es una práctica ampliar el uso de la unidad a tales casos.

**Divergencia.** Propagación de las ondas sonoras desde una fuente en campo libre, dando como resultado una disminución en el nivel de presión sonora al aumentar la distancia desde la fuente.

**Fuente puntual.** Fuente que irradia sonido como si lo hiciera un punto único.

**Nivel de presión sonora.** En el aire, 20 veces el logaritmo (de base 10) de una presión sonora determinada con respecto a la presión sonora de referencia de 20 micropascales.

**Onda.** Alteración que se propaga en un medio de tal manera que, en cualquier punto del medio, la cantidad que sirve como medida de alteración es una función del tiempo, en tanto que, en cualquier instante, el desplazamiento en un punto es una función de su posición.

**Reducción del ruido.** Diferencia en el nivel de presión sonora entre dos puntos cualesquiera a lo largo de una vía de propagación del sonido.

**Ruido.** (1) Sonido u otra alteración desagradable o no deseada; sonido no deseado. Por extensión, cualquier alteración no deseada dentro de una banda de frecuencia útil. (2) Sonido con naturaleza general aleatoria, cuyo espectro no exhibe componentes de frecuencia claramente definidos.

**Ruido ambiental.** El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas; ningún sonido en particular es dominante.

**Umbral de audición.** Para un oyente determinado, la presión sonora mínima de un sonido especificado que es capaz de evocar una sensación auditiva. Se asume que el sonido que llega al oído desde otras fuentes es insignificante.

**Umbral del dolor.** Para un oyente determinado, el nivel mínimo de presión sonora de un sonido especificado que producirá una sensación definitiva de dolor en el oído.

**Vibración.** Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento del sistema mecánico.



## ANEXO 4

### RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL.

Tabla 19. Recomendaciones y consideraciones para el control de ruido ambiental según su origen.

RUIDO DE TRÁFICO	RUIDO DE TRÁFICO AÉREO Y LOS AEROPUERTOS	RUIDO DE INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
<p>El origen del ruido son los vehículos que circulan por las calles y carreteras. Considerando los vehículos aisladamente, los principales focos productores de ruido son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El grupo motor.</li> <li>• Los neumáticos.</li> <li>• La carrocería.</li> <li>• Los frenos y transmisiones.</li> </ul> <p>El ruido de los neumáticos comienza a ser importante en los vehículos ligeros al sobrepasar los 80 km/h.</p> <p>En los vehículos pesados el ruido preponderante suele ser el ruido del motor.</p> <p>El nivel sonoro continuo equivalente en un punto situado a una distancia determinada de la vía de circulación aumenta con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La emisión sonora de los vehículos individuales.</li> <li>• La velocidad del tráfico.</li> <li>• El volumen del tráfico.</li> <li>• El porcentaje de vehículos comerciales.</li> </ul> <p>Los niveles de presión sonora disminuyen con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La presencia de obstáculos en la trayectoria de propagación.</li> <li>• La cobertura vegetal del terreno.</li> <li>• La fluidez del tráfico.</li> </ul>	<p>La intensidad del problema del ruido producido por el tráfico aéreo dependerá de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El nivel de ruido de los motores de los aviones.</li> <li>• El volumen del tráfico aéreo.</li> <li>• Tamaño y tipo de aeropuertos.</li> <li>• Número de pistas y operaciones.</li> <li>• Distribución de rutas.</li> <li>• Características de la flota de vuelo.</li> <li>• Distribución de operaciones (aterri-zaje y despegue).</li> </ul> <p>En este caso la emisión del ruido no encuentra obstáculos (excepto tejados y paredes de los edificios) entre el foco y el receptor.</p> <p>Las medidas que se pueden adoptar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites de emisión en los motores.</li> <li>• Aislamiento acústico de los edificios.</li> <li>• Restricciones a las operaciones de vuelo.</li> </ul>	<p>Por lo general, las fuentes de ruido en la industria son de tipo estacionario y corresponden a una gran variedad de procesos industriales, lo que dificulta en la práctica la aplicación de valores límite de emisión a todos los casos.</p> <p>Por ello, dada la diversidad de procesos para controlar no es práctico, por lo general, fijar normas de emisión, sino que resulta más eficaz fijar valores límite en la recepción.</p> <p>Lo contrario ocurre en la lucha contra los ruidos producidos por la construcción, donde la tendencia es el establecimiento de normas de emisión a los equipos utilizados como sistema de control más eficaz.</p>

Fuente: Canter (1998).



