



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008  
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A062

## **Protocolo de evaluación y diagnóstico de emisión e inmisión de ruido en industrias**

Pilar Ximena Alonso Olaya<sup>(a)</sup>,  
Karen Nathaly Beltrán Vargas<sup>(b)</sup>,  
Jeniffer Victoria Torres Romero<sup>(c)</sup>.

Ingeniería de Sonido, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Buenaventura. Bogotá, Colombia.

(a) E-mail: ximenalonsolaya@yahoo.com.mx

(b) E-mail: karembeltran@yahoo.com.mx

(c) E-mail: jeniffer.torres@gmail.com

### **Abstract**

The studies about noise developed until now, have been focused in the investigation of the ambient noise, but it is evident that there is a lack of interest in one of the most influential fields among people, the industrial noise. It is necessary to use a Protocol which carefully assess the condition of the noise (emission and imission) to start a research of industrial noise. This Protocol sets up a noise analysis to evaluate the emission. The immission will be checked through a questionnaire of perception answered by workers of the industries. In addition, the factories records will be used to get information about the auditive limits of the workers.

### **Resumen**

Los estudios de ruido desarrollados hasta ahora, se han enfocado en la investigación de ruido ambiental dando origen a la creación e implementación de normas para el control de este; es evidente el vacío existente en otro campo que posee una gran influencia en la sociedad en general: el Ruido Industrial, debido a que la mayoría de las disposiciones legales y normativas existentes no son aplicables en la valoración del mismo. Para realizar un estudio de ruido en industrias es necesario el diseño y la aplicación de un protocolo que valore de manera separada y completa las dos condiciones que se dan cuando hay un ruido presente: Emisión e Inmisión; cuyo esquema incluya conceptos profesionales, instrumentos de recolección de información y metodologías de aplicación de los mismos, todos ellos enfocados a realizar una evaluación completa que permita dictar un diagnóstico acertado, válido y fiable para cualquier industria en la que sea implementado. En el Protocolo de Evaluación y Diagnóstico de Emisión e Inmisión de Ruido en Industrias, se establecen la Ficha de Observación y el Análisis de Ruido para la evaluación de la emisión, mientras que la inmisión será valorada mediante la Encuesta de Evaluación Subjetiva del Entorno Laboral y los Registros Audiométricos existentes en la empresa, los cuales proporcionan información de la capacidad auditiva de los trabajadores y el seguimiento que se ha hecho de la misma.

## 1 Introducción

El Protocolo de Evaluación y Diagnóstico de Emisión e Inmisión de Ruido en Industrias ofrece resultados que determinan la necesidad de la implementación de un Programa de Control de Ruido en la empresa implicada, siendo ésta la primera fase de un proceso completo de valoración de ruido industrial que se complementa mediante una posterior aplicación, en la que se desarrolle un procedimiento diferente y se confronten los datos obtenidos, permitiendo verificar la efectividad del programa implementado. El esquema diseñado se presenta a continuación.

## 2 Formulación del Problema

¿Cómo evaluar y diagnosticar de manera efectiva el impacto del ruido laboral en industrias?

## 3 Conceptos

**Sonido:** El sonido es la sensación producida en el oído por la vibración de las partículas que se desplazan a través de un medio elástico (sólido, líquido o gaseoso) que las propaga.

**Emisión:** Radiación sonora de una fuente. Es una propiedad característica que no depende del entorno ni del local donde se encuentre dicha fuente.

**Inmisión:** Impacto de ruido en un puesto determinado. Depende de la distancia al puesto, del entorno y del local donde se encuentra la fuente.

**Sonómetro:** Aparato de medida diseñado y construido para determinar la presión acústica del ruido.

**Curvas de Ponderación:** Las curvas de ponderación tienen como objetivo filtrar los valores obtenidos por un sonómetro para aproximarlos a la respuesta del oído humano.

**Ponderación Temporal Fast:** Respuesta rápida. Se utiliza para las medidas de ruido fluctuante. La constante de tiempo para este tipo de respuesta es de 125 ms.

**Ponderación Temporal Slow:** Respuesta lenta. Se utiliza para medir ruidos que no fluctúan rápidamente. La constante de tiempo es de 1 s.

**Ponderación Temporal Impulse:** Respuesta Impulsiva. Se utiliza únicamente para medir ruidos impulsivos, con una constante de tiempo de 35 ms.

**Ruido:** Sonido molesto y/o desagradable

**Ruido continuo:** Aquel cuyo nivel de presión sonora no fluctúa en el tiempo. Producido por maquinaria de proceso ininterrumpido

**Ruido intermitente:** Aquel cuyo nivel de presión sonora fluctúa en intervalos de tiempo repetitivos. Producido por maquinaria de operación cíclica, aviones, etc.

**Ruido impulsivo:** Aquel cuyo nivel de presión sonora varía en un intervalo de tiempo breve de manera abrupta. Producido por impactos, explosiones, disparos de armas, etc.

**Ruido con contenido tonal:** Producido por maquinarias de proceso ininterrumpido o con partes rotativas (motores, ventiladores, etc.) o flujo de gases y líquidos.

**Ruido de baja frecuencia:** Aquel que presenta una energía acústica significativa en el margen de bajas frecuencias. Producido por grandes motores diesel, barcos, plantas de energía, etc.

**Equipo Hidráulico:** Maquinaria que funciona mediante circulación de sustancias líquidas.

**Equipo Neumático:** Maquinaria que funciona mediante la compresión y liberación de gases.

**Silenciadores:** Los silenciadores son filtros acústicos que se ubican en aquellos lugares por donde se transporta un fluido, generalmente este fluido es el aire.

**Señales de Obligación:** Constituyen símbolos normalizados que representan de forma específica obligación en el uso de equipos de protección.

**Incertidumbre de medición:** Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser atribuidos a la magnitud a medir. El parámetro puede ser, por ejemplo, la desviación típica.

**Audiometría:** Prueba básica para la valoración de la función auditiva y es necesaria cuando se sospecha una hipoacusia.

**Acúfenos:** Síntoma en los oídos que consiste en la percepción de ruidos o zumbidos.

**Protectores auditivos:** Son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído.

**Administradora de riesgos profesionales (ARP):** Entidad que tiene como objetivo prevenir, atender y proteger a los trabajadores de los efectos causados por Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan.

#### 4 Legislación de Referencia

**Tabla 1. Legislación de Referencia**

REFERENCIA	NOMBRE	ART. Ó NUM.	OBSERVACIONES
NTC 3428	SONÓMETROS. Medidores de la Intensidad de Sonido	2.2. Aplicaciones	Coincide textualmente con la norma IEC651
NTC 3437	Ruido emitido por maquinaria y equipo. Preparación de Códigos de Ensayo.	9. Corrección por ruido de fondo	Coincide textualmente con la norma ISO6081
NTC 4653	Acústica. Directrices para la medición de la exposición al ruido en ambientes de trabajo.	4.2.4. Calibración y verificación.	
Res.8321/83	Resolución 8321. 4 de Agosto de 1983	Art.43. <i>Exposición Diaria a Ruido. Efecto combinado.</i>	
Res.2400/79	Resolución 2400 de 1979. Mayo 22	Art.92 <i>Suministro de Protectores Auditivos</i>	
Res.1792/90	Resolución 1792 de 1990	Art.1.Limites Permisibles para Exposición Ocupacional al Ruido	
RD485/97	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.	Anexos	Referencia Internacional. España

#### 5 Metodología de Aplicación

Con el fin de aportar fiabilidad al presente documento y obtener un diagnóstico acertado, se plantea el siguiente orden de aplicación de los instrumentos de medición:

1. Aplicación de la Ficha de Observación
2. Aplicación de la Encuesta de Evaluación Subjetiva del Entorno Laboral
3. Análisis de Ruido

Lo anterior, está basado en un orden lógico que no cause predisposición en los trabajadores, que interfiera lo menos posible en el desarrollo de sus labores y que no afecte los procesos en la empresa.

Notas

a) Se sugiere asignar un día para la aplicación de la Ficha de Observación y de la Encuesta y otro para el Análisis de Ruido.

b) Se recomienda realizar un ejercicio de sensibilización a los trabajadores antes de desarrollar el análisis de ruido donde se informe el procedimiento a seguir.

## 6 Protocolo para el Ejercicio de la Medición

### 6.1 Objetivo

Posibilitar la evaluación y el diagnóstico de la emisión e inmisión de ruido en industrias, integrando parámetros objetivos y subjetivos en el ejercicio de la valoración del objeto de estudio.

### 6.2 Procedimiento

#### 6.2.1 Emisión

##### I. FICHA DE OBSERVACIÓN

La Ficha de Observación tiene como fin realizar una valoración profesional de las condiciones específicas de la empresa: tipos de ruido existentes, control de ruido en la maquinaria, cumplimiento de determinadas normas y el comportamiento de los trabajadores durante el desempeño de sus labores, facilitando la validación cualitativa que se pretende realizar. El formato diseñado se presenta en la Figura 1.


FICHA DE OBSERVACIÓN																																						
NOMBRE DEL RESPONSABLE: _____																																						
REF. EQUIPO: _____	FECHA: ____/____/____	HORA: ____:____ am/pm																																				
DATOS DE LA EMPRESA																																						
NOMBRE: _____																																						
ACTIVIDAD: _____																																						
DEPARTAMENTO O SECCIÓN: _____ No. Trabajadores: _____																																						
EMPRESA																																						
	SI	NO																																				
1. TIPOS DE RUIDO EXISTENTES																																						
Ruido Continuo.....	_____	_____																																				
Ruido Intermitente.....	_____	_____																																				
Ruido Impulsivo.....	_____	_____																																				
Ruido de Baja Frecuencia.....	_____	_____																																				
Ruido con Contenido Tonal.....	_____	_____																																				
2. SEÑALES DE OBLIGACIÓN DE PROTECCIÓN DEL OIDO																																						
Existen.....	_____	_____																																				
De fácil ubicación.....	_____	_____																																				
3. CONTROL DE RUIDO																																						
Silenciadores.....	_____	_____																																				
Cabinas acústicas en la maquinaria.....	_____	_____																																				
Uso de equipo hidráulico.....	_____	_____																																				
Uso de equipo neumático.....	_____	_____																																				
Distancia razonable operarios-máquinas.....	_____	_____																																				
Otros.....	_____	_____																																				
Cuales.....	_____	_____																																				
4. UBICACIÓN DE MÁQUINAS Y TRABAJADORES DE LA SECCIÓN EVALUADA																																						
																																						
LISTADO DE MÁQUINAS																																						
M1	_____																																					
M2	_____																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">UBICACIÓN DE TRABAJADORES</th> </tr> <tr> <th>REF TRABAJADOR</th> <th>PUNTO DE MEDICIÓN EN EL QUE PERMANECE</th> <th>TIEMPO QUE PERMANECE (horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>			UBICACIÓN DE TRABAJADORES			REF TRABAJADOR	PUNTO DE MEDICIÓN EN EL QUE PERMANECE	TIEMPO QUE PERMANECE (horas)	T1	_____	_____	T2	_____	_____																								
UBICACIÓN DE TRABAJADORES																																						
REF TRABAJADOR	PUNTO DE MEDICIÓN EN EL QUE PERMANECE	TIEMPO QUE PERMANECE (horas)																																				
T1	_____	_____																																				
T2	_____	_____																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">INDIVIDUOS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">1. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</td> </tr> <tr> <td>Hay presencia de protectores auditivos.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Se hace uso de los protectores auditivos.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td colspan="3">2. NORMATIVA DE PROTECTORES AUDITIVOS (Art.92 - Res. 2400/79)</td> </tr> <tr> <td>Hay cumplimiento.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td colspan="3">3. COMPORTAMIENTO DE LOS TRABAJADORES</td> </tr> <tr> <td>Se observa concentración en el desarrollo de las actividades laborales.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Se eleva el nivel de voz para comunicarse.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Existe posibilidad de conversación a 1 m.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Existe posibilidad de conversación a 5 m.....</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>			INDIVIDUOS				SI	NO	1. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD			Hay presencia de protectores auditivos.....	_____	_____	Se hace uso de los protectores auditivos.....	_____	_____	2. NORMATIVA DE PROTECTORES AUDITIVOS (Art.92 - Res. 2400/79)			Hay cumplimiento.....	_____	_____	3. COMPORTAMIENTO DE LOS TRABAJADORES			Se observa concentración en el desarrollo de las actividades laborales.....	_____	_____	Se eleva el nivel de voz para comunicarse.....	_____	_____	Existe posibilidad de conversación a 1 m.....	_____	_____	Existe posibilidad de conversación a 5 m.....	_____	_____
INDIVIDUOS																																						
	SI	NO																																				
1. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD																																						
Hay presencia de protectores auditivos.....	_____	_____																																				
Se hace uso de los protectores auditivos.....	_____	_____																																				
2. NORMATIVA DE PROTECTORES AUDITIVOS (Art.92 - Res. 2400/79)																																						
Hay cumplimiento.....	_____	_____																																				
3. COMPORTAMIENTO DE LOS TRABAJADORES																																						
Se observa concentración en el desarrollo de las actividades laborales.....	_____	_____																																				
Se eleva el nivel de voz para comunicarse.....	_____	_____																																				
Existe posibilidad de conversación a 1 m.....	_____	_____																																				
Existe posibilidad de conversación a 5 m.....	_____	_____																																				
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS																																						
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____																																						
		FIRMA DE RESPONSABLE _____																																				

Figura 1. Ficha de Observación

##### II. ANÁLISIS DE RUIDO

Se señalan las siguientes consideraciones para efectuar una correcta medición de ruido en una industria determinada:

## II.I. Instrumentos de Medida

### a) Características de Equipamiento

Los sonómetros deben cumplir como mínimo con los requisitos presentados en la norma NTC 3428 (IEC 651). Las mediciones se deben realizar con sonómetros de acuerdo al numeral 2.2 de la norma NTC 3428, la cual declara la implementación de instrumentos de grado de precisión Tipo 1 cuando se pueden especificar y controlar las condiciones del campo sonoro ó Tipo 2 empleado en aplicaciones generales en campo. Se recomienda realizar las mediciones con sonómetros integradores.

### b) Calibración

Es importante tener en cuenta ciertas condiciones que se deben cumplir, previo al inicio de las mediciones y que generalmente están especificadas para cada instrumento, como es el procedimiento de calibración. Antes de efectuarse la medición debe verificarse que el equipo cuente con el Certificado de Calibración vigente, respetando los intervalos de tiempo de recalibración no mayores a 3 años establecidos en la normativa pertinente (NTC 4653); además, el equipo se debe calibrar antes de la medición para lo cual se utiliza el calibrador correspondiente en un ambiente donde no se esté generando ruido de fondo, siguiendo las instrucciones del fabricante indicadas en el manual del equipo. Debe realizarse una verificación de campo, antes y después de cada serie de mediciones, verificación acústica de la sensibilidad del micrófono y la verificación eléctrica de cualquier equipo anexo que se llegue a utilizar, como amplificadores o grabadoras.

### c) Tiempo de Integración del sonómetro

El tiempo de integración debe ser más pequeño que cualquier variación de nivel que pueda generar la fuente de ruido, es decir, de acuerdo a las características del ruido que se vaya a medir se ajusta el tiempo de integración del sonómetro. Por ejemplo, para ruido impulsivo los tiempos de integración establecidos serán cortos mientras que para ruido producido por maquinaria de proceso ininterrumpido se establece un tiempo de integración más largo.

### d) Ponderación de Frecuencia

Se propone que sea empleada la ponderación de frecuencia A, teniendo en cuenta la finalidad de las mediciones, y considerando la sensibilidad reducida de la audición humana normal para frecuencias bajas comparada con la respuesta a frecuencias altas; además se entiende que los índices empleados en adelante son derivados de los niveles sonoros integrados temporalmente con ponderación A para el nivel sonoro medio durante 8 horas. Se debe hacer también una medición paralela en ponderación C, con el fin de presentar una medición global del entorno evaluado, que ofrezca información de las componentes notables tanto en frecuencias altas como bajas

### e) Ponderación de Tiempo (Fast, Slow, Impulse)

Teniendo en cuenta los tipos de ruido que normalmente están presentes en una industria colombiana y las características de los mismos, se estipula que sean implementadas las ponderaciones temporales de la siguiente manera:

\* Cuando el entorno a medir presente fluctuaciones rápidas, la ponderación temporal Fast (125ms) proporciona una respuesta más precisa puesto que el tiempo de promediado es más rápido.

\* En un ambiente en el que los trabajadores están expuestos a sonidos impulsivos, se recomienda emplear la ponderación Impulse (35ms), ya que este nivel es preciso para evaluar el riesgo de lesión de la audición en individuos de estas características.

\* En casos específicos en que se necesite estimar el nivel medio de un sonido que fluctúa lentamente, la ponderación Slow (1s) es la más adecuada.

Consideración puntos d) y e): Si en el entorno a evaluar se presentan los diferentes tipos de ruido de manera simultánea se deberá medir realizando las diferentes combinaciones de ponderación temporal y de frecuencia, esto con el fin de evaluar los niveles de presión sonora que realmente están siendo percibidos por el trabajador.

## II.II. Posicionamiento de la Instrumentación

El sonómetro se debe colocar a una altura aproximada de 1,5 m del nivel del suelo y a una distancia de 1m respecto a cualquier otra superficie reflectante, como pared o techo, ya que las reflexiones podrían influir significativamente en las mediciones. Respecto al operario, se debe colocar el sonómetro a una distancia libre mínima aproximada de 0,50 m del cuerpo del funcionario, siempre que sea posible, las mediciones deben realizarse en ausencia del trabajador afectado. Siempre que se considere necesario, se debe utilizar la pantalla (rejilla o filtro) antiviento que forma parte del equipo.

## II.III. Selección de Puntos de Medida

El número de lugares de medición debe ser suficiente como para determinar el nivel de ruido y las características de la fuente de ruido con la precisión requerida. De acuerdo a la variación del campo sonoro en el entorno evaluado y al tamaño del lugar, se determina el número de puntos. Si el campo sonoro es muy uniforme, como suele ocurrir en frecuencias altas, son suficientes pocas localizaciones del micrófono. El sonido de frecuencia baja varía mucho más y por tanto precisa más ubicaciones de medida para lograr precisión. La distancia mínima que se debe conservar entre puntos de medición es de 1.5m.

## II.IV. Ruido de fondo

El ruido producido por todas las fuentes distintas a la fuente concreta de sonido de interés, incluido el ruido de origen eléctrico producido por los instrumentos de medición y el sonido envolvente asociado con el ambiente acústico en estudio, se debe considerar como ruido de fondo. Se deberá medir ruido de fondo, colocando los micrófonos en las posiciones de los oídos de las personas habitualmente expuestas al ruido con la fuente de ruido apagada.

## II.V. Tiempo de Medición

Los intervalos de tiempo de medición son establecidos considerando que para ruido continuo es suficiente un intervalo corto ya que el nivel de presión sonora no fluctúa en el tiempo; para ruido intermitente, teniendo en cuenta que fluctúa en intervalos repetitivos se plantea un tiempo medio; para ruido impulsivo se establece un intervalo que permita registrar una cantidad considerable de variaciones abruptas en tiempos breves. Los intervalos se especifican en la Tabla2.

**Tabla 2.** Intervalos de Medición de acuerdo al Tipo de Ruido

RUIDO	INTERVALOS DE MEDICIÓN POR PUNTO (minutos)
Continuo	15
Intermitente	40
Impulsivo	60

### Observaciones:

a) Si en el entorno a evaluar se presentan los diferentes tipos de ruido de manera simultánea, se debe medir durante 15 minutos (mínimo) cada hora, esto con el fin de

determinar si los niveles emitidos se pueden considerar como constantes a lo largo de la jornada laboral.

b) Con el fin de evaluar la muestra poblacional en estudio de manera efectiva, las mediciones se deben realizar en los turnos de trabajo que desempeñe dicha muestra.

c) Si el tiempo de duración del turno laboral resulta insuficiente para efectuar las mediciones en la totalidad de puntos establecidos durante los intervalos determinados, se deberá continuar otro día, procurando mantener continuidad.

d) Cuando los trabajadores no permanezcan en un lugar fijo de trabajo se deberán realizar las mediciones pertinentes para poder evaluar los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos específicamente durante su jornada laboral.

e) Se recomienda realizar una medición en día domingo, con el fin de comparar la variación de nivel con los otros días de la semana.

## II.VI. Cantidades a Medir

### Nivel Sonoro Continuo Equivalente Leq:

“El Leq en un determinado punto de medición, de un sonido que cambia con el tiempo, es igual al nivel de un sonido estable equivalente para la misma duración de la medida; es decir, un sonido que tiene la misma energía sonora equivalente en una onda sonora libre progresiva que el sonido variable realmente medido”. (Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido. Cyril.M.Harris. P.11.8).

En un período establecido y en una localización determinada, tiene la misma energía sonora con ponderación A que el sonido que varía con el tiempo. Hay que especificar las ponderaciones de tiempo y frecuencia utilizadas, según el caso y de acuerdo a las indicaciones dadas (Numeral 5.2.1.2.1.).

## II.VII. Correcciones para el Ruido de Fondo

En la práctica, el nivel del sonido de interés debe ser al menos 6dB más alto que el ruido de fondo. Sin embargo, aún puede ser necesaria una corrección para obtener un resultado preciso.

El procedimiento para medir el nivel sonoro de una máquina bajo condiciones de ruido de fondo es el siguiente:

- 1.- Medir el nivel de ruido total con la máquina funcionando.
- 2.- Medir el nivel de ruido de fondo con la máquina parada.
- 3.- Hallar la diferencia entre las dos medidas.

Si es inferior a 6dB, el nivel del ruido de fondo es demasiado alto para una medida precisa. Si está entre 6 y 10 dB, será necesaria una corrección, de acuerdo a los valores establecido en la Tabla 3. Si la diferencia es superior a 10 dB, no es necesaria la corrección.

**Tabla 3.** Corrección por Ruido de Fondo (NTC3437)

DIFERENCIA ENTRE EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA MEDIDO CON LA FUENTE DE SONIDO EN OPERACIÓN Y CON SOLO EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA DE FONDO	VALOR DE CORRECCIÓN A SER RESTADO DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA MEDIDO CON LA FUENTE DE SONIDO OPERANDO PARA OBTENER EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA ORIGINADO SOLO EN LA FUENTE
dB	dB
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	0.5
10	0.5

## II.VIII. Cantidades a Calcular

### Nivel Equivalente Diario Leqdiario:

Se calcula el nivel equivalente de la jornada laboral para cada trabajador mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$L_{eqJornada} = 10 \log 1/8 \sum (T_i 10^{(LeqA_i / 10)})$$

Donde:  $T_i$  = Tiempo de exposición real en horas

$LeqA_i$  = Nivel de presión acústica continuo equivalente en dB (A) al que se encuentra expuesto en un tiempo  $T_i$

Si la jornada laboral no es de ocho horas, se debe calcular el nivel de presión sonora equivalente diario, mediante la fórmula siguiente:

$$L_{eqDiario} = L_{eqJornada} + 10 \log (\text{duración de la jornada} / 8)$$

### Cálculo de la Exposición Diaria a Ruido.

Cuando la exposición diaria a ruido sea de dos o más periodos de exposición a diferentes niveles de presión sonora y tiempos de exposición conocidos, se considerará el efecto combinado de aquellos niveles iguales o superiores a 80dB(A). Se considera que la exposición de ruido excede el valor límite permisible, cuando la suma de las relaciones entre los tiempos totales de exposición diaria a cada nivel sonoro y los tiempos diarios permitidos para estos niveles, sea superior a la unidad, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\frac{t_1}{T_1} + \frac{t_2}{T_2} + \dots + \frac{t_n}{T_n} \leq 1$$

Donde:

$t$  = Tiempos de exposición a un determinado nivel  $LeqA$  dB(A)

$T$  = Tiempo de exposición permitido a ese nivel sonoro dB(A) de acuerdo a la Tabla 4

**Tabla 4.** Límites Permisibles para Exposición Ocupacional (Resolución 1792 de 1990)

LÍMITES PERMISIBLES PARA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL RUIDO	
Horas	dB(A)
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

## 6.2.2 Inmisión

### I. ENCUESTA SUBJETIVA

La Encuesta Subjetiva del Entorno Laboral permite hacer un estudio cualitativo de la percepción de ruido de los trabajadores mediante el análisis estadístico posterior a la aplicación de la misma, determinando el impacto del ruido en el trabajador.



Ésta fue sometida a un proceso de validación en el que intervinieron expertos del área afín, metodología y estructuración de instrumentos de recolección de información; dicho proceso respalda la aplicabilidad de la encuesta. El formato final se presenta en la Figura 2.

**ENCUESTA DE EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL ENTORNO LABORAL**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_  
 OFICIO QUE DESEMPEÑA: \_\_\_\_\_  
 TIEMPO QUE LLEVA TRABAJANDO EN LA EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 DURACION DE JORNADA LABORAL: \_\_\_\_\_ HORAS

1. El examen médico que se le realizó al ingresar a la empresa valoró su capacidad auditiva?
  - a) Si
  - b) No
  - c) No se le realizó ningún examen al ingresar a la empresa
2. ¿Se le ha realizado algún seguimiento médico a su capacidad auditiva en la empresa?
  - a) Si
  - b) No
3. ¿Sufre de dolor de cabeza?
  - a) Siempre
  - b) Casi siempre
  - c) Ocasionalmente
  - d) Nunca
4. Atribuye el dolor de cabeza a: (Escriba una opción)
  - a) Iluminación
  - b) Hambre
  - c) Ruido
  - d) Agotamiento
  - e) ¿Otra? \_\_\_\_\_
5. Atribuye la falta de concentración a: (Escriba una opción)
  - a) Iluminación
  - b) Ruido
  - c) Temperatura
  - d) Espacio
  - e) Agotamiento
  - f) ¿Otra? \_\_\_\_\_
  - g) Nunca presenta falta de concentración
6. Atribuye los zumbidos o pitos en sus oídos a: (Escriba una opción)
  - a) Cambios bruscos de clima
  - b) Resfriados
  - c) Ambientes ruidosos
  - d) Falta de sueño
  - e) ¿Otra? \_\_\_\_\_
  - f) No presenta zumbidos o pitos en sus oídos
7. Atribuye la molestia generada por el ruido a: (Escriba una opción)
  - a) Volumen alto de ruido
  - b) Duración prolongada de ruido
  - c) ¿Otra? \_\_\_\_\_
  - d) No le molesta el ruido
8. ¿En qué grado cree que el ruido afecta su desempeño laboral? (Escriba una opción)
  - a) Alto
  - b) Medio
  - c) Bajo
  - d) No afecta
9. ¿Se ve obligado continuamente a elevar la voz en su ambiente de trabajo para comunicarse con sus compañeros?
  - e) Si
  - f) No
10. El conocimiento que tiene acerca del daño que le ocasiona la exposición a altos niveles de ruido, lo adquirió gracias a: (Escriba una opción)
  - a) Medios de comunicación
  - b) Capacitación laboral
  - c) Interés propio
  - d) ¿Otra? \_\_\_\_\_
  - e) No tiene conocimiento acerca del tema
11. Por que utiliza los protectores auditivos durante su jornada laboral? (Escriba la opción más importante)
  - a) Por obligación
  - b) Siente que son efectivos
  - c) No le suministraron protectores auditivos
  - d) No los utiliza
  - e) ¿Otra? \_\_\_\_\_
12. ¿Qué entidad considera usted, le brindaría asistencia médica en caso de verse afectado por el ruido? (Escriba una opción)
  - a) Empresa
  - b) EPS
  - c) ARP
  - d) No sabe
  - e) ¿Otra? \_\_\_\_\_

**Figura 2.** Encuesta de Evaluación Subjetiva del Entorno Laboral

## 7 Diagnóstico del riesgo porcentual de pérdida auditiva por ruido ocupacional, en función de la edad.

La gráfica de Riesgo Porcentual de Pérdida Auditiva por Ruido Ocupacional en Función de la Edad (Figura 3), ofrece un criterio de diagnóstico que toma como referencia la pérdida normal, dada por la curva de presbiacusia. Con el valor calculado del Leqdiario y la edad de cada trabajador se determina el porcentaje de riesgo de pérdida auditiva por ruido ocupacional para cada individuo según la edad.

## 8 Registros audiométricos (si los hay)

La gráfica audiométrica determina el estado actual de audición y permite deducir si existe: disminución de audición, hipoacusia, trauma acústico (su intensidad, qué frecuencias afecta y afección a las frecuencias conversacionales).

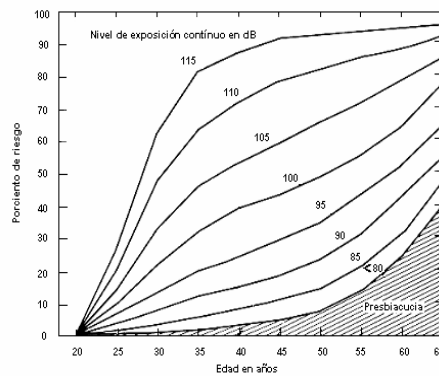


Figura 3. Riesgo Porcentual de Pérdida Auditiva por Ruido Ocupacional en Función de la Edad. J. S. Lamancusa Penn State 12/4/2000 “Noise control for engineers”

### 9 Presentación de resultados

Los resultados de la aplicación de la Ficha de Observación, la Encuesta Subjetiva del Entorno Laboral y el Análisis de Ruido se deben presentar para cada punto en el formato que se presenta en la Figura 4.

**INFORME TÉCNICO DE RESULTADOS  
PROTOCOLO DE EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO  
DE EMISIÓN E INMISIÓN DE RUIDO EN INDUSTRIAS**

Adjuntar un párrafo descriptivo de la actividad de la empresa, donde se especifique la duración de las jornadas laborales implementadas en la misma y cualquier otro dato o documento que considere relevante para la valoración.

**1. FICHA DE OBSERVACIÓN**

Anexar la Ficha de Observación diligenciada completamente; adjunto a esta los registros fotográficos de la empresa con una breve descripción.

**2. ENCUESTA SUBJETIVA DEL ENTORNO LABORAL**

FICHA TÉCNICA	
Empresa:	
Muestra:	
Aplicado por:	
Fecha de aplicación:	
Error de estimación:	

De acuerdo a los resultados obtenidos luego de la aplicación de la Encuesta llenar la siguiente tabla: (Anexar las encuestas diligenciadas)

Pregunta/Opción	a	b	c	d	e	f	g
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Realice el análisis gráfico para cada pregunta, donde se muestre el enunciado completo de la pregunta y el porcentaje de la población correspondiente a cada respuesta.

**3. ANÁLISIS DE RUIDO**

INFORMACIÓN DE LA MEDICIÓN	
Fecha de la medición:	
Hora	Inicio: : am/pm Finalización: : am/pm
Temperatura:	
Cantidad de puntos de medida:	
Descripción tiempos de medición:	
Incertidumbre de la medición:	
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA	
Sonómetro:	Serie:
Datos de Calibración:	
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
LeqA:	LeqC:
Ruido de Fondo:	
Corrección Ruido de Fondo	
Factor de corrección (dB):	LeqA (corregido): LeqC (corregido):

**4. DIAGNÓSTICO**

TRABAJADOR	EDAD	Lesión (dB)	Lesión (dB)	Exposición Calculada*	Porcentaje de Riesgo Normal (%)	Porcentaje de Riesgo Actual (%)	Grado de Afección **
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							
T6							
T7							
T8							
T9							
T10							

\* Debe ser inferior a 1  
\*\* De acuerdo a la pregunta 8 de la Encuesta

Anexar las gráficas con el análisis del Riesgo Porcentual de Pérdida Auditiva por Ruido Ocupacional, en función de la edad para cada trabajador, comparando este porcentaje con la curva de presbiacusia que define el riesgo normal.

**5. REGISTROS AUDIOMÉTRICOS (SI LOS HAY)**

Solicitar a quien corresponda los registros de las audiometrías realizadas a los trabajadores y adjuntarlos. Destacar los diagnósticos desfavorables que se identifiquen.

**6. CONCLUSIONES**

Figura 4. Informe Técnico de Resultados

**Referencias**

- Ruffa, Francisco; Bonello, Oscar; Gavinowich, Daniel. "Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados". Laboratorio de Acústica y Electroacústica LACEAC. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Harris, Cyril M. (1995). "Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido". Mc.Graw- Hill.
- Rejano de la Rosa, Manuel. (2000). "Ruido Industrial y Urbano". Paraninfo Thomson Learning.
- Lamancusa J.S. (2000). "Instrumentation for Noise Measurement". Universidad de Pennsylvania.
- Rodellar Lisa, Adolfo. (1988). "Seguridad e Higiene en el Trabajo". Marcombo Boixareu Editores.
- Pérez López, Gabriel. "El ruido en el ambiente laboral del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo". Monografías técnicas sobre seguridad y salud en el trabajo. España