

APENDICES

APENDICE I

"Walk-away test"

El Departamento americano para el desarrollo urbano y la vivienda (6) (HUD) ha puesto a punto un método sencillo y que no necesita de instrumentación acústica ninguna para evaluar el grado de aceptabilidad de un lugar determinado con respecto al ruido, y clasificarlo según uno de los siguientes criterios:

Claramente aceptable: Lugar en el cual la exposición al ruido es tal que los ambientes interno o externo a un edificio son agradables.

Normalmente aceptable: La exposición al ruido es suficiente como para ser preocupante, pero un tipo corriente de construcción hará aceptable el ambiente interior incluso para dormir, y el ambiente exterior será razonablemente adecuado para descansos y juegos.

Normalmente inaceptable: La exposición al ruido es mucho más severa, de forma que las construcciones necesarias para asegurar una cierta tranquilidad bajo techado no serían corrientes y deben levantarse barreras entre el lugar y las fuentes de ruido predominantes para hacer el ambiente exterior tolerable.

Claramente inaceptable: La exposición al ruido en el lugar es tan grande que los costos de construcción para hacer el interior de los edificios aceptables serán prohibitivos y el ambiente exterior sería intolerable.

El método se basa en las dos premisas siguientes:

1o. para un esfuerzo de conversación normal, la energía sonora total emitida no varía mucho de un hombre a otro, es decir, que si trata de no hablar con voz muy alta ni muy baja, un hombre adulto cualquiera se puede

considerar aproximadamente como una "fuente acústica calibrada"; 2o. la inteligibilidad de la palabra cae bruscamente en el momento en que la señal es justamente enmascarada por un ruido de fondo, y, por tanto, la distancia que se empieza a dejar de entender a un hombre que habla con voz normal es una relativamente buena medida del ruido que existe en un lugar.

Si se sitúan, por tanto, dos hombres, que alternativamente actuarán como emisor y receptor de la señal acústica, en este caso la palabra, y mientras uno de ellos lee un texto desconocido para los dos, el otro se aleja hasta que justamente oye una o dos palabras de cada diez segundos, la distancia a que esto ocurre permite hacer una estimación del ruido de fondo existente en el lugar; repitiendo la prueba varias veces y cambiando los paneles de emisor y oyente, se puede estimar, con arreglo a la siguiente tabla, cuál es la calificación del ruido que corresponde al lugar:

Distancia a la cual se hace muy difícil la inteligibilidad	Nivel de polución sonora	Criterio de aceptabilidad de la HUD
Más de 21 metros	< 62 dB (NP)	Claramente aceptable
Entre 8 y 21 metros	62-74 dB (NP)	Normalmente aceptable
Entre 2 y 8 metros	74-88 dB (NP)	Normalmente inaceptable
Menos de 2 metros	> 88 dB (NP)	Claramente inaceptable

APENDICE II

CRITERIOS DE REGLAMENTACION PARA LA PREVENCIÓN, ABATIMIENTO Y CONTROL DE LAS EMISIONES DE RUIDO QUE IMPACTAN EN EL MEDIO AMBIENTE.

Por Ing. Fortino Garza R.

II.- CRITERIOS PROPUESTOS PARA REGLAMENTACION

Los criterios que aquí se presentan tienen la posibilidad de controlar y abatir las emisiones de ruido hasta

I.—INTRODUCCION

Las crecientes emisiones de ruidos originados por el aumento de vehículos de transporte y de carga, por el aumento de las actividades industriales, de construcción y de reparación de vías y servicios públicos hace necesario que se establezca una reglamentación completa y aplicable para el control y abatimiento de los altos niveles de ruidos que existen actualmente y que tenderán a incrementarse en el futuro. Esta reglamentación por su naturaleza debe ser federal, pero también debe servir para normar criterios de reglamentaciones estatales y municipales en las áreas donde sea pertinente.

NOTA.—La Secretaría de Salubridad y Asistencia y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social son las directamente competentes para la acabada elaboración y aplicación (con la asesoría adecuada por parte de las universidades y otros organismos de investigación) de un Reglamento Federal para prevención, abatimiento y control de las emisiones de ruido.

La Universidad Autónoma de Nuevo León por medio de su Centro de Investigaciones Ecológicas y de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, propone al Gobierno Federal algunos Criterios de Reglamentación en lo referente a las emisiones de ruido. Las proposiciones que aquí se indican, provienen de la experiencia del Centro y de la Facultad en el Estudio de Ruido de Tráfico en el Area Metropolitana de la Ciudad de Monterrey y del Estudio de Ruido en general realizado por el mismo Centro y avalado por las Investigaciones Internacionales que hasta la fecha se han efectuado en este campo.

II.—CRITERIOS PROPUESTOS PARA REGLAMENTACION

Los criterios que aquí se presentan tienen la posibilidad de controlar y abatir las emisiones de ruido hasta

niveles aceptables en el presente, sin invalidar por supuesto los permanentes estudios de investigaciones que se realicen y las modificaciones que de ahí emanen.

Este trabajo cubre en general dos aspectos:

- a) Normas
- b) Recomendaciones.

Las normas son el producto del estudio y la experiencia internacionales y se escoge a la ISO* (International Organization for Standardization—Organización Internacional para la Formulación de Normas) con sede en Ginebra, Suiza, como la fuente de referencia más importante en este trabajo para establecer los procedimientos de medición de las fuentes emisoras de ruido. Las recomendaciones son el producto de la experiencia del Centro y de la Facultad en este campo.

* Ver nota Núm. 3 del Anexo.

C R I T E R I O S

10.—Las emisiones de sonidos que puedan afectar a las personas serán sujetas a reglamentación y se considerarán como ruidos si:

- a) Dañan la audición o la salud (hipoacusia, sordera, trastornos cardíacos y circulatorios).
- b) Interfieren en las actividades del trabajo.
- c) Interfieren con la comunicación verbal.
- d) Afectan la privacidad dentro de las casas habitación.
- e) Interfieren al sueño.
- f) Causan alteraciones emocionales como respuesta al estímulo ruidoso.

20.—Para determinar si alguna fuente artificial de ruido rebasa los límites máximos permisibles de emisión establecidos por los presentes criterios de reglamentación, se realizarán mediciones que estén relacionadas con las *características del ruido* que afecten a la mayoría de las personas expuestas a la emisión de dicha fuente, según se indica en el Artículo 30. de los presentes criterios de reglamentación.

30.—Para evaluar las emisiones de ruido que afectan a la mayoría de las personas expuestas, tales como las producidas por industrias, talleres, construcciones, vehículos de transporte y carga y equipo electroacústico, etc., se utilizará el Decibel A (DbA)* como unidad de medición.

* Ver notas Núms. 1 y 2 en el Anexo.

40.—Para evaluar los niveles de ruido producidos por cualquier fuente se utilizará un aparato electrónico llamado sonómetro o decibelímetro que sin excepción deberá estar construido bajo las Normas No. 123 y No. 179* establecidas por la IEC+ (International Electrotechnical Commission—Comisión Electrotécnica Internacional) con sede en Ginebra, Suiza y aplicando los procedimientos de medición correspondientes establecidos por la ISO, según cada caso.

* Ver notas Núms. 6 y 7 del Anexo.

+ Ver nota Núm. 4 del Anexo.

50.—Las fuentes artificiales que emiten ruidos se clasifican como sigue:

- a) Fijas.
- b) Móviles.

Se entiende por *fente fija* toda maquinaria, equipo o procesos industriales, equipo para construcción, equipo para reparación de vías y servicios públicos, equipo electroacústico para propaganda comercial, artefactos y explosivos para extracción de materiales para construcción (pedreras) u otros usos, ferias, circos, parques de diversiones, cantinas, bares, cines terraza y en general cualquier fuente de ruido que no cambie de lugar.

Se entiende por *fente móvil* cualquier aparato, equipo o vehículo que cambie de lugar de emisión, tales como automóviles, camiones, motocicletas, aviones, helicópteros, trenes, tractores, barcos, lanchas de motor, grúas, equipo electroacústico montado en unidades móviles con propósitos de propaganda, etc.

NOTA: La clasificación de las fuentes deberá ser tomada en cuenta para la elaboración de bo-

letas de medición, citas, multas o documentos donde se recomienda o exija controlar las emisiones de ruido.

60.—El tiempo máximo permisible de exposición al ruido proveniente de cualquier fuente, para personas expuestas en ámbitos industriales, en un período de 24 horas será el siguiente:

Nivel de ruido en *DbA*, medido con un decibelímetro que cumpla los requisitos de construcción y calibración mencionados en los presentes Criterios de Reglamentación y aplicando las normas para medición correspondientes:

8 horas.....	90
6 horas.....	92
4 horas.....	95
3 horas.....	97
2 horas.....	100
1 1/2 horas.....	102
1 hora.....	105
1/2 hora.....	110
1/4 hora o menos.....	115 máx.

Según la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists—Conferencia Americana de Gobierno para la Higiene Industrial), E.U.A. 1969.

70.—El nivel máximo de ruido de impulso donde haya personas expuestas sin protección en sus oídos será de 140 *DbA**.

Todos los ruidos de impulso serán medidos con un decibelímetro que reúna las características de la Norma No. 179 de la IEC y aplicando el criterio de medición de tomar la lectura del decibelímetro en el lugar donde estén las personas expuestas.

* Ver nota No. 8 del Anexo.

80.—Los niveles máximos permisibles de ruido para diferentes lugares son los siguientes:

Interiores: *DbA*

Oficinas públicas, bancos, tiendas etc.....	55
Restaurantes.....	55
Hoteles.....	40
Aulas, salas de conferencia.....	40
Hospitales.....	35

Exteriores:

Area urbana residencial.....	61
Area urbana comercial.....	66
Area sub urbana.....	58
Area rural.....	55

Los valores de esta tabla usados para interiores son recomendados por Knudsen V.O. y C.M. Harris en su publicación (Acoustical Designing in Architecture—Acústica Arquitectónica), y los valores usados para exteriores son resultados de la experiencia en el Estudio de Ruido de la U.A.N.L.

90.—Ningún vehículo de motor, podrá ser operado en zonas urbanas si excede el límite de emisión de ruido en la clasificación abajo indicada, medido este límite con un decibelímetro que reúna los requisitos exigidos por la Norma No. 123 de la IEC y aplicando el procedimiento de medición exigido por la Norma ISO No. R. 362*.

* Ver nota núm. 5 del Anexo.

Motocicletas hasta 200 c.c. de cilindrada.....	80
Motocicleta con cilindrada mayor a 200 c.c.....	84
Automóviles hasta 2,000 kg. de peso.....	84
Autobuses, trolebuses, tranvías, camiones y cualquier vehículo de carga.....	89

Estos límites están basados en el Estudio de Ruido de Tráfico en el Area Metropolitana de la Ciudad de Monterrey, realizado por el Centro de Investigaciones Ecológicas de la U.A.N.L.

COMENTARIO.—En lo referente al establecimiento de normas correspondientes a la emisión de ruido proveniente de:

- Aviones
- Aeropuertos
- Ferrocarriles
- Centrales Ferrocarrileras
- Barcos, lanchas de motor, etc.
- Puertos.

Ni el Centro de Investigaciones Ecológicas ni la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León tienen experiencia de estudio o investigación por lo que no emiten aquí criterios de reglamentación. Se espera que en el futuro sea posible realizar dichas experiencias de investigación.

100.—Ninguna persona deberá hacer o causar en la vía pública ruidos de cualquier tipo producidos por gritos, silbidos, pitos, campanas, martillos, matracas, cornetas, órganos u otros instrumentos musicales,

instrumentos de viento aparatos mecánicos, radios, tocadiscos, amplificadores de sonido u otros equipos eléctricos similares; estas restricciones no se aplicarán a aquellas personas con permiso de las autoridades competentes para propósitos de propaganda comercial entre las 10 a. m. y las 6 p. m. en las áreas urbanas.

110.—Ninguna persona usará u operará cualquier órgano de mano u otro instrumento o aparato musical en la vía pública o lugares públicos de las áreas urbanas, entre las 9 p. m. y las 9 a. m. de cualquier día.

120.—Ninguna persona usará o permitirá que se usen dispositivos de vapor o aire tales como silbatos u otras señales para comenzar o suspender el trabajo, si dichos dispositivos están dentro de zonas urbanas.

130.—Ninguna persona que sea dueña, esté en posesión o control de cualquier edificio, casa habitación o local destinado a negocio, trabajo o uso residencial, propósitos de placer o recreación, usará, permitirá que se use o arriende el mismo, si dicho uso por su naturaleza altera o interfiere la paz y la privacidad de un vecindario ubicado en zona urbana donde dicho edificio, casa o local está situado.

140.—Se prohíbe a cualquier persona usar grúas, excavadoras, aplanadoras, rompedoras neumáticas, martillos neumáticos, compresoras u otros aparatos mecánicos que operan eléctricamente o por gasolina o diesel, en trabajos de construcción y demolición entre las 9:00 p. m. y las 8:00 a. m. en zonas urbanas, excepto para trabajos de beneficio a la comunidad, tales como construcción o reparación de vías o servicios públicos.

A N E X O

1) EL Decibel.

El decibel es una expresión de cantidad que encuentra su más amplio uso en la Acústica y la Vibración. El decibel está basado en la Ley de Weber-Fechner, que define la sensación causada por un determinado estímulo, donde dicha sensación se cuantifica con la siguiente ecuación:

$$\text{Sensación} = 10 \log \frac{\text{Estímulo}}{10}$$

Esto aplicado a la Acústica tiene una gran utilidad puesto que puede evaluarse la respuesta del oído humano, ya que este órgano reacciona logarítmicamente al recibir un estímulo de sonido, esta cualidad es la que permite a las personas percibir sonidos muy débiles por ejemplo un reloj en la noche o ruidos tan intensos como los producidos por un avión. Utilizando unidades físicas se puede decir que la gama de intensidades percibidas por el oído va desde 2×10^{-5} New/m² a, 200 New/m², por esto es claro que una escala lineal sería de una gran amplitud y por esto se ha adoptado la escala de decibeles que se define como:

$$\text{Decibeles} = 10 \log \left(\frac{X}{X_0} \right)^2$$

Donde usualmente X es la cantidad medida que tiene dimensiones de presión sonora y X₀ es la cantidad de referencia en las mismas unidades, podría decirse que por convención internacional esta cantidad es el umbral de la percepción sonora del oído humano y es igual a una presión sonora de 2×10^{-5} New/m² o 2×10^{-4} micro Bar.

2) Decibel A (DbA).

Esta cantidad es medida directamente por medio de un aparato llamado sonómetro o decibelímetro, equipado con un circuito electrónico de respuesta modificada a la frecuencia, llamado circuito A. La respuesta de este circuito es semejante a la del oído humano al recibir estímulos de sonido, esa es la razón de su utilización.

3) ISO (International Organization for Standardization—Organización Internacional para el Establecimiento de Normas). La dirección de la ISO es: 1 Rue de Varembe' Geneve, Suiza.

4) IEC (Internacional Electrotechnical Commission—Comisión Electrotécnica Internacional). La dirección de la IEC es la misma que la de la ISO.

5) Norma ISO No. R 362: Métodos para la Medición de Ruido Emitido por vehículos.

Esta recomendación se basa principalmente sobre una prueba de vehículo en movimiento, llamada la prueba de referencia.

Para la medición, es, en todas las circunstancias, recomendando usar un sonómetro de precisión con un circuito de ponderación A insertado y una constante de tiempo que corresponda a respuesta rápida. Se dan ciertas recomendaciones acerca del uso de dicho instrumento. Un ambiente acústico apropiado para la prueba puede consistir de un espacio abierto de aproximadamente 50 metros de radio, de los cuales, por ejemplo los 20 metros centrales pueden ser de concreto, asfalto o un material equivalente. El ruido del ambiente debe ser tal que la lectura producida en el medidor sea al menos 10 decibeles por abajo de la pro-

ducida por el vehículo bajo prueba. La figura muestra un esquema del acomodo en una prueba típica. El vehículo debe seguir la línea c.c., y el micrófono debe estar localizado a 1.2 metros por encima del nivel de la tierra. Cuando menos deben hacerse dos mediciones en cada lado del vehículo al pasar por la posición de la medición. El vehículo debe ser manejado en segunda (o tercera si tiene más de cuatro cambios) a una velocidad correspondiente a 3/4 de la velocidad máxima del motor, o a 50 kms. por hora.

- 6) Norma IEC No. 123: Recomendación para sonómetros o decibelímetros.
- 7) Norma IEC No. 179: Recomendación para sonómetros o decibelímetros de precisión.
- 8) Se ha determinado un nivel máximo de 140 Db para exposiciones a ruido de impulso porque se encontró por medio de estudios médicos, que dicho nivel es el umbral del dolor, y existe el peligro de la pérdida permanente de la audición.

APENDICE III

PROGRAMA PARA DETERMINACION DE PORCIENTOS ACUMULATIVOS Y DISTRIBUTIVOS, MEDIA, DESVIACION ESTANDARD, LEQ, LNP Y TNI

Por Fernando J. Elizondo G.

PROGRAMA RUIDO

DIMENSION CANALES (12), CUMUL (12), PTD (12), PTC (12)

DIMENSION CT (12), CI (12)

INTEGER PUNTO, HORA, DURACION, PA, D, A

INTEGER SNV, SNCU, SNCC, SNPV, SNVPS

REAL NCR, NRE

CHARACTER LUGAR

COMMON/DATA/LUGAR (40, 40)

DATA (CT 12 (C. 0), (ISW 0), (SNV 0), (SNCU 0), (SNCC 0)

DATA (ISALTA 0), (IFEOF 0)

1 READ 1 00. NIVEL, INTER, D, M, A

IF (EOFCKF (60), EQ.1) STOP 1000

NF = 1 * INTER + NIVEL

DO 2 1 = 1, 12

2 CT (1) = 0.0