Nota: Esta Norma fue modificada de Norma Oficial Mexicana a Norma Mexicana, de acuerdo al Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992.

NORMA MEXICANA. DGN-AA-43-1977

"DETERMINACION DEL NIVEL SONORO EMITIDO POR FUENTES FIJAS".

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

En esta Norma Oficial se establece un procedimiento para determinar el nivel sonoro emitido por una fuente fija, tomando en consideración la forma en la que dicha fuente produce ese nivel sonoro, el lugar donde se encuentra, el efecto de otras fuentes que constituyen el nivel sonoro de fondo y el método de evaluación de resultados.

Este es un procedimiento de campo, cuyos resultados son fijados por valores aleatorios, teniendo un control estadístico de los mismos para asegurar la representatividad de los resultados.

2.- REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas en vigor siguientes:

DGN-J-149.	"Terminología Empleada en Electroacústica".
DGN-C-92.	"Terminología de Materiales Aislantes Acústicos".
DGN-AA-40	"Clasificación de ruidos".
DGN-C-102.	"Medición en Campo del Nivel de Presión Acústica o del Nivel Sonoro en el Ambiente de un Claustro".

3.- DEFINICIONES

3.1 Calibrador.

Instrumento que produce una señal acústica constante y uniforme en intensidad y frecuencia. Se emplea para verificar que los aparatos de medición de sonido funcionan en forma correcta.

3.2 Desviación estándar.

Valor equivalente a la raíz cuadrada de la variancia de una función estadística.

3.3 Fuente fija.

Es un conjunto de elementos capaces de reproducir ruido que:

a) Se encuentran localizados dentro de un mismo predio bajo la responsabilidad de una sola persona física o moral. Estos elementos pueden moverse dentro de este predio, sin que por esta razón se modifique la naturaleza de la fuente. Se considera el conjunto como una sola unidad que emite su energía al exterior a través de las colindancias del predio por el aire y por el suelo; o que

b) Se encuentran localizados en un área definida bajo la responsabilidad de una sola persona física o moral. Estos elementos deben permanecer inmóviles respecto a su posición para considerarlos fuente fija.

3.4 Media estadística.

Es el promedio aritmético de los valores de todos los individuos en una población estadística.

3.5 Medición continua.

Es la medición de un ruido fluctuante que se realiza sin interrupción durante todo el período de observación. Debe registrarse necesariamente en forma gráfica para su evaluación.

3.6 Medición semicontinua.

Es la medición de un ruido fluctuante que se realiza mediante la obtención de muestras aleatorias durante el período de observación.

3.7 Muestra estadística.

Es el valor del nivel de ruido obtenido al azar, pero que es exclusivo, exhaustivo e igual en su presentación a cualquier otro del conjunto de niveles de ruido que constituyen la población en estudio.

3.8 Nivel de emisión de fuente fija.

Es el resultado de un proceso estadístico que determina el nivel de ruido en torno a la fuente fija que produce el ruido.

3.9 Nivel de ruido.

Es el nivel sonoro de una fuente que produce ruido.

3.10 Nivel equivalente.

Es el nivel de energía acústica uniforme y constante que contiene la misma energía que el ruido producido en forma fluctuante por una fuente fija durante el período de observación.

3.11 Nivel medio de emisión de fuente fija.

Es la medida estadística de los niveles de ruido producidos por una fuente fija.

3.12 Nivel 50.

Es el límite superior de todos los niveles de energía acústica que han estado presentes durante un lapso igual al 50% del período de observación. (porcentil 50).

3.13 Nivel 90.

Es el límite superior de todos los niveles de energía acústica que han estado presentes durante un lapso igual al 90% del período de observación. (porcentil 90).

3.14 Nivel sonoro de fondo.

Es el nivel de presión acústica sopesado en escala A, producido por todas las causas, excepto la fuente fija y que está presente en torno a dicha fuente fija durante el período de observación.

3.15 Porcentil.

Es una división del lapso de observación en dos intervalos: uno equivalente a un período de p por ciento, y en otro de $(1 - p)$, por ciento del período total de observación.

3.16 Registrador gráfico.

Es un instrumento que permite transformar una señal electromagnética producida por una señal acústica, en una gráfica.

3.17 Registrador magnético.

Es un instrumento que permite grabar una señal electromagnética producida por una señal acústica en una cinta de material plástico recubierta en una de sus caras con óxido de hierro. Se conocen comúnmente como grabadoras.

3.18 Registrador óptico.

Es un instrumento que permite fijar en una pantalla sensibilizada un conjunto de señales electromagnéticas producidas por correspondientes señales acústicas.

3.19 Sonómetro.

Es un decibelímetro que mide niveles de presión acústica y los indica sobre una escala logarítmica.

3.20 Variancia

Es la suma de las desviaciones cuadráticas de un nivel sonoro cualquiera, respecto a la media, dividida entre el número de muestras menos 1.

4.- SIMBOLOS.

4.1 C_e - corrección por valores extremos.

4.2 C_f - corrección por ruido de fondo.

4.3 N - medial del nivel sonoro.

4.4 N_{eq} - nivel sonoro equivalente.

4.5 N_{ff} - nivel de emisión de fuente fija.

4.6 N_{ff} - nivel medio de emisión de fuente fija.

4.7 N_{50} - nivel 50.

4.8 N_{10} - nivel 10.

4.9 Δ_{50} - desviación del promedio de los N_{50} de la fuente fija y del ruido de fondo.

5.- FUNDAMENTO

Dado que la calidad ambiental se deteriora por el ruido y produce interferencia negativa con la actividad normal del ser humano, se hace necesario efectuar una evaluación determinada en las fuentes fijas causantes del ruido, para conocer sus efectos nocivos y mediante su control eficaz poder proteger la salud física y mental del individuo.

Considerando que las fuentes fijas son de dimensiones finitas y cuyo campo varía en tiempo y espacio, es conveniente establecer un muestreo estadístico para conocer los posibles puntos de medición. Estos puntos deben estar situados dentro del campo cercano de la fuente y las mediciones en ellos realizadas deben ser tratadas en forma estadística para poder obtener un número representativo de la emisión del ruido de la fuente fija.

Los efectos que el ruido causa en el ser humano se encuentran en relación directa con la cantidad de energía sonora que ha recibido durante su exposición (1), por lo cual, una fuente que produce un nivel variable durante cierto período de observación, se dice que tiene un nivel sonoro equivalente, dado por la siguiente expresión:

$$N_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \{10^{N/10} dt\} \quad (1)$$

Sin embargo, dado que el nivel equivalente no indica la magnitud de la variación de la energía sonora y que la mayoría de los ruidos son fluctuantes (2), es necesario recurrir a ciertos valores estadísticos, como se establece a continuación.

Puede decirse que los registros del nivel sonoro efectuados durante el período de observación constituyen una población estadística. Cada individuo de esta población, correspondiente a un registro, sucede en el mismo lapso que otro, de tal manera que constituye un conjunto de eventos, exclusivos, exhaustivos e iguales en su presentación y cuya variabilidad o valor depende solamente del proceso estocástico que representa. Teniendo cada individuo un determinado valor, la población puede ser agrupada de acuerdo a una cierta clasificación de estos valores.

El promedio aritmético de estos valores, llamado valor medio o media estadística divide a la población en dos grupos iguales o percentiles (3), siendo el primero el conjunto de registros cuyos valores individuales son superiores a la media y el segundo el conjunto de registros de valores inferiores a la media. Suponiendo que cada evento ha necesitado un tiempo fijo y único para registrarse, cada grupo percentil corresponde a eventos acontecidos en el 50% del tiempo de observación y la media determina el valor límite tal, que registros de valor inferior a la media han estado presentes el 50% del tiempo de observación. Al valor medio se le llama el nivel "50" y se presenta por el símbolo N50 (4).

Cuando la variabilidad entre los valores de los registros es muy grande, la media estadística, esto es el nivel N50, es poco representativa. Por otra parte, para los fines de efectos del ruido a la comunidad, es conveniente conocer aquellos valores máximos que sólo se presentan durante un cierto lapso del período de observación. En estos valores se manifestarán las excepciones y anomalías estadísticas.

Es conveniente, por tanto, dividir la población en dos grupos, uno que contenga el 90% de los individuos y otro que contenga al 10%. El criterio de división está basado en que ningún registro del primer grupo sobrepase un cierto valor N10, de tal manera que todos los registros del segundo grupo tienen un valor superior a N10. Este límite determina la frontera superior de todos los niveles que han estado presentes durante el 10% del período de observación, ya sea que es de esperarse que durante el 10% del tiempo de observación se registren niveles superiores de N10.

La comparación entre la media N50 y N10 muestra la forma en la que se comporta la distribución estadística de los niveles de ruido registrados durante el período de observación. Debe observarse que el nivel equivalente, dado en (1), no es igual al N50, ya que el nivel equivalente promedia energías y el N50 promedia niveles. Sin embargo, mientras más similares sean estos dos valores, se tiene menor fluctuación energética.

Así pues, es posible conocer mediante la interrelación de estos tres valores, los efectos que el ruido, como contaminante del medio ambiente produce en el ser humano 5).

Suponiendo que la población estadística en cuestión es el conjunto de todos los registros del nivel sonoro producido por una fuente fija en tiempo y espacio, se tiene un conjunto infinito, cuya observación es difícil y poco práctica. Por lo tanto es necesario recurrir a una selección de registros de acuerdo a ciertas reglas, procedimiento llamado muestreo. En este muestreo se debe tener en cuenta la manera en que se obtiene una muestra, el número de parámetros contenidos en la muestra y el propósito de la extracción de la muestra (6). Cada muestra a su vez, debe ser representativa de la población estadística en estudio.

Cuando el comportamiento de la fuente se conoce de una manera general, tanto en el tiempo como en espacio, puede estimarse cuando y donde se presentan niveles sonoros críticos. De esta manera se reduce la población estadística a un subconjunto crítico, que para los propósitos de protección son los importantes de estudiar. En esta subpoblación crítica es importante que en cada muestra se tengan las mismas oportunidades de presentarse los niveles máximos de ruido emitidos por la fuente, es decir, se tenga una muestra aleatoria respecto a los niveles máximos de emisión de ruido.

Para poder determinar el período de tiempo durante el cual se extraen las muestras representativas, debe tomarse en cuenta el hecho de que el ruido afecta al ciclo temporal del hombre, es decir, que una persona efectúa ciertas actividades en forma cíclica. Si el ciclo básico temporal del hombre es de 24 horas, este período puede, a su vez, ser dividido en tres períodos diferentes de 8 horas cada uno, dos de los cuales tienen una actividad específica, el trabajo y el sueño. La interacción de los períodos temporales críticos de emisión de ruido con los de la actividad humana definen la interferencia del contaminante en dicha actividad. Sin embargo, debido a lo difícil de poder establecer los límites de los tres períodos diarios de actividad en consenso es necesario recurrir a la posibilidad aleatoria. Si se considera el ciclo de 24 horas dividido en 100 partes iguales, es probable que en cualquiera de estas divisiones se presente un período crítico de emisión de ruido que los ciclos de emisión son por lo general inferiores a este valor. Por lo cual este lapso constituye por sí una muestra aleatoria representativa. Siendo la centésima parte del ciclo diario 14.4 min. puede redondearse esta cifra a 15 min. como valor óptimo del período de observación.

Cabe ahora elegir, para una fuente dada aquellos 15 minutos que coincidan con una emisión de ruido crítica, para obtener las muestras representativas de los niveles de ruido.

La expresión (1) supone un registro del nivel sonoro continuo, es decir que no muestra interrupciones durante el período de observación. Un registro tal se obtiene mediante una medición continua. Sin embargo, los valores de los niveles equivalente, N50 y N90, pueden obtenerse con la misma precisión a partir de mediciones semicontinuas (7), o sea hechas a partir de un número finito de observaciones, siempre que este número sea lo suficientemente grande, dentro del período de observación. De tal manera, la expresión (1) puede reescribirse en la forma siguiente:

7

6.- APARATOS Y EQUIPO

Para efectuar mediciones continuas se requieren como equipo básico un sonómetro y un registrador gráfico, pudiéndose emplear como equipo periférico auxiliar un registrador magnético.

Para efectuar mediciones semicontinuas se requiere como equipo básico un sonómetro. Como equipos auxiliares periféricos pueden emplearse un registrador magnético y/o un registrador óptico.

La cinta magnetofónica a emplearse para grabar la señal, debe ser de una calidad tal que no permita un estiramiento mayor al 0.1% a cualquier temperatura de operación y que no tenga una relación señal a ruido propio inferior a 30 dB.

El registrador gráfico debe tener circuitos electrónicos de amplificación y atenuación que permitan detectar señales en el ámbito entre 20 y 20,000 Hz, a respuesta lineal $\pm 0.1\%$. Debe poseer un instrumento de escritura que puede ser una pluma o cono para tinta, o un punzón, cuya traza no sea de un diámetro superior a 0.25 mm. Este instrumento de escritura debe estar regulado por potenciómetros logarítmicos y lineales que en conjunto cubran un ámbito entre 10 y 75 dB y 10 y 110 mV, respectivamente. La velocidad de carrera del nivel instrumento de escritura debe ser controlable a voluntad y estar comprendida en el ámbito de 8 a 1,000 mm/s. El registrador debe poseer un mecanismo que permita depositar el instrumento de registro sobre una tira de papel, con una presión tal que no lo dañe, ni lo perfora, y se consiga la velocidad especificada; o que a voluntad pueda levantarse. La tira de papel debe moverse en una trayectoria perpendicular a la de la carrera del instrumento de escritura, a velocidad constante controlable a voluntad, en un ámbito de 0.001 a 100 mm/s. El instrumento debe poder calibrarse, para que una señal fija produzca una marca determinada sobre la tira de papel. En conjunto, el registrador debe dar lecturas con errores no mayor a 0.5 dB.

La cinta de papel a emplearse para registrar gráficamente la señal debe ser uniforme y rayada a intervalos reguladores, para poder calibrarse. Puede ser de papel encerado para uso con punzones o de papel común para uso con tinta, pero debe procurarse en este caso que el acabado sea tal que no permita que la tinta se corra. El ancho de la cinta debe estar comprendido entre 50 y 100 mm.

El registrador óptico debe tener electrónicos que permitan detectar señales en un ámbito mínimo entre 2 Hz y MHz. Debe tener una pantalla sensible, de preferencia con una lámina cuadrículada, que permita un barrido horizontal y por lo menos un barrido vertical. Debe tener un sistema de control regulable, separado para ambos barridos, que permita la fijación de la señal en dos estados: durante la lectura y después de la lectura. En el caso que posea un doble barrido vertical una de las señales puede emplearse como señal de calibración. Debe tener un factor de deflexión mínima en todo el ámbito de frecuencias de 100 mV/cm. El potenciómetro que regule el barrido horizontal, lineal. La velocidad de barrido no debe ser superior a 20 cm/ns, para que la señal pueda ser eventualmente fotografiada.

7.- PROCEDIMIENTO

7.1 Actividades preliminares

Levantar un croquis en el que se señalen las dimensiones, colindancias y ubicación del predio donde se encuentre la fuente fija.

Identificar en forma preliminar, dentro del predio, la ubicación y la forma de operación de las instalaciones emisoras de ruido que comprenden la fuente fija.

7.2 Selección de equipo

En el caso que se desee hacer una medición continua debe emplearse invariablemente un sonómetro, un registrador magnético y un registrador gráfico. No se recomienda el uso de registradores gráficos portátiles, que obviarían el uso de registradores magnéticos. La señal captada por el sonómetro es grabada en el campo y luego reproducida en el laboratorio para ser registrada gráficamente.

En el caso que se desee hacer una medición semicontinua debe emplearse sólo un sonómetro. Puede, sin embargo emplearse como equipo periférico un registrador magnético para grabar la señal en campo y en laboratorio registrarla gráfica u ópticamente.

7.3 Calibración del equipo

Todo el equipo a emplear debe estar calibrado internamente para garantizar que la señal por captar no sufre alteración por los sistemas electrónicos y mecánicos internos del instrumental.

Antes de efectuar una medición debe emplearse una señal sonora constante para verificar los valores medidos por el sonómetro. En caso de que el sonómetro se calibre en escala A, la señal debe ser de 1,000 Hz y producir un nivel no inferior a 90 dB. En caso de que el sonómetro se calibre en escala lineal, la señal puede ser a cualquier frecuencia y producir un nivel no inferior a 100 dB.

En caso de que se emplee equipo de grabación magnética esta señal calibrada debe quedar invariablemente grabada antes y después de la medición.

7.4 Medición del ruido de fondo

7.4.1 El ruido de fondo puede provenir de un campo libre o de un campo reverberante, si las colindancias de la fuente fija se hallan al descubierto o enclaustradas.

7.4.2 Si el ruido de fondo de un campo reverberante colindante se sospecha es producido por la acción de la fuente fija en cuestión debe descartarse la medición; pero si es producida por una fuente localizada dentro del claustro, debe medirse este campo. Para ello se emplea el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana DGN-C-102. "Medición en campo del Nivel de Presión Acústica o del Nivel Sonoro en el Ambiente de un Claustro".

7.4.3 Si el ruido de fondo se encuentra en un campo libre, deben elegirse por lo menos 5 puntos aleatorios a una distancia no menor de 3.5 m de la fuente fija en estudio, apuntando en dirección contraria a dicha fuente. Se mide empleando los procedimientos continuo o semicontinuo descritos en 1.5.6, 7 y 8 ó 7.6.6, 7 y 8.

7.5 Mediciones continuas

7.5.1 De acuerdo a los resultados de las actividades preliminares, se elige la zona y la hora donde la fuente fija produzca los niveles máximos de emisión.

7.5.2 Durante el lapso de emisión máxima se elige al azar un período no inferior a 15 min, para efectuar la medición.

7.5.3 Durante el lapso de emisión máxima se elige aleatoriamente no menos de 5 puntos. Estos puntos deben situarse respecto a la fuente, como se establece en 7.7.

7.5.4 Se ajusta el sonómetro con el selector de la escala A y con el selector de integración lenta.

7.5.5 En caso de que el efecto del viento sobre la membrana del micrófono sea notorio se debe cubrir éste con una pantalla contra el viento.

7.5.6 Debe colocarse el sonómetro o el micrófono del sonómetro en cada punto de medición apuntando hacia la fuente y mantenerlo fijo un lapso no menor de 3 min, durante el cual se graba ininterrumpidamente la señal registrada. Al cabo de dicho período de tiempo se mueve el micrófono al siguiente punto y se repite la operación. Durante el cambio se destina la grabación de la señal, dejando un margen en la misma para indicar el cambio de punto.

7.5.7 El registro de gabinete es una tira de papel continua por cada punto de medición. El registro de cada punto debe iniciarse y terminar con el de la señal de calibración.

7.6 Mediciones semicontinuas

7.6.1 De acuerdo a los resultados de las actividades preliminares, se elige la zona, y la hora donde la fuente fija produzca los niveles máximos de emisión.

7.6.2 Durante el lapso de emisión máxima se elige al azar un período no inferior a 15 min, para efectuar la medición.

7.6.3 En la zona de emisión máxima se eligen aleatoriamente no menos de 5 puntos. Estos puntos deben situarse respecto a la fuente, como se establece en 7.7.

7.6.4 Se ajusta el sonómetro con el selector de la escala A y con el selector de integración lenta.

7.6.5 En caso de que el efecto del viento sobre la membrana del micrófono sea notorio se debe cubrir éste con una pantalla contra el viento.

7.6.6 Debe colocarse el sonómetro, o el micrófono del sonómetro, en cada punto de medición apuntando hacia la fuente y efectuar en este punto no menos de 20 lecturas, procurando observar en cada lectura, durante más o menos 5 segundos, el valor máximo de la posición de la aguja medidora.

7.6.7 En el caso de que se emplee el registro gráfico, debe tenerse una tira de papel continua por cada punto de medición, como se determina en 7.5.7.

7.6.8 En el caso de que se emplee el registro óptico, deben registrarse no menos de 20 lecturas tomadas aleatoriamente de la grabación en el lapso de medición en cada punto.

7.7 Situación de puntos de medición para fuente fija

7.7.1 Si la fuente fija se halla limitada por confinamientos constructivos (bardas, muros), los puntos de medición deben situarse lo más cerca posible a estos elementos (alrededor de 20 cm), en su parte exterior a una altura del piso no inferior a 1.2 m. Deben conservarse las condiciones del elemento que produzcan los niveles máximos de emisión (ventanas, ventilas, respiraderos, puertas abiertas) si es que éstas son las condiciones normales en que opera la fuente fija.

7.7.2 Si la fuente fija no se halla limitada por confinamientos; pero se encuentran claramente establecidos los límites del predio (cercas, mojoneras) deben situarse los puntos lo más cerca posible a los límites exteriores del predio, a una altura del piso no inferior a 1.2 m.

7.7.3 Si la fuente fija no se halla limitada por confinamientos y no existe forma de determinar los límites del predio (maquinaria en la vía pública, por ejemplo), los puntos deben situarse a una distancia de 1 m de la fuente fija, a una altura del piso no inferior a 1.2 m.

8.- EXPRESION DE RESULTADOS

8.1 Método de cálculo para mediciones continuas.

8.1.1 Debe obtenerse el área bajo la curva registrada en la tira de papel continua para cada punto de medición. (Las ordenadas deben considerarse a partir del origen).

8.1.2 Debe obtenerse el tiempo transcurrido en la medición para cada punto (lapso entre las dos señales de calibración).

8.1.3 Debe hacerse el cociente entre los valores obtenidos en 8.1.1. y 8.1.2. Este valor es la media de los niveles medidos y equivale al nivel 50 (N50).

8.1.4 Deben anotarse los valores de los niveles máximo absoluto y mínimo absoluto registrados en cada punto.

8.1.5 A partir del nivel máximo se trazan rectas paralelas al eje longitudinal de la tira de papel (eje de los tiempos) en pasos de -- 2 dB y se determina la longitud de los segmentos bajo la curva registrada, que a una escala determinada da el tiempo durante el que estuvo presente al nivel mínimo (-- k) 2 dB.

8.1.6 Por una interpolación lineal de los 2 valores más cercanos a N10 resultantes de 8.1.5. debe obtenerse el nivel 10 (N10) (nivel que estuvo presente durante más del 10% del lapso total registrado).

8.1.7 Debe calcularse la desviación estándar de la medición en cada punto por la fórmula (8).

$$F = \frac{N_{10} - N_{50}}{1,2817} \quad (3)$$

8.1.8 Debe calcularse el promedio de los niveles N50 y N10 obtenidos en cada punto

(Siendo)
$$\bar{N} = \frac{\sum N}{n}$$

8.1.9 Debe calcularse el promedio aritmético de la desviación estándar en cada punto.

8.1.10 Debe corregirse Nff, por medio del procedimiento que se señala en 8.3.

8.2 Método de cálculo para mediciones semicontinuas (9)

8.2.1 Deben calcularse los niveles N50, N10 y la desviación estándar de las mediciones realizadas en cada punto, por las fórmulas siguientes:

$$N_{50} = \frac{\sum N}{n} \quad (4)$$

y, n es el número de observaciones por punto de medición.

$$F = \sqrt{\frac{\sum (N - N_{50})^2}{N - 1}} \quad (5)$$

$$N_{10} = N_{50} + 1,2817 \quad (6)$$

8.2.2 Debe calcularse el nivel equivalente para las observaciones en cada punto por la fórmula (2).

8.2.3 Debe calcularse el nivel equivalente del total de los niveles equivalentes obtenidos para cada punto.

8.2.4 Debe calcularse el promedio aritmético de los niveles 650, 610 y de la desviación estándar obtenidos para cada punto.

8.2.5 Debe corregirse el nivel Nff, por medio del procedimiento que se señala en 8.3.

8.2.6 Si las mediciones son hechas con un regulador gráfico, deben señalarse en la tira de papel continua para cada punto de medición un mínimo de 20 puntos seleccionados en forma aleatoria (de preferencia con una tabla de números aleatorios) y seguirse lo señalado en los párrafos 8.2.1 a 8.2.5.

8.2.7 Si las mediciones son hechas con un registrador óptico, deben seleccionarse en forma aleatoria por lo menos 20 puntos de la cinta magnetofónica grabada en cada punto de medición para su reproducción y registro óptico y seguirse lo señalado en los párrafos 8.2.1. a 8.2.5.

8.3 Cálculo del nivel de emisión de fuente fija.

8.3.1 El promedio de los niveles (N50) obtenidos en cada punto debe ser corregido por ruido de fondo y por presencia de valores extremos en la forma siguiente:

8.3.2 Cuando el nivel medio de emisión de la fuente fija atraviesa un elemento constructivo (muro, barda) de un predio colindante al de la fuente fija, debe ser aumentado en + 30 dB. (A).

- h) Fecha y hora a la que se realizó la medición.
- i) Otras eventualidades descriptivas (condiciones meteorológicas, obstáculos, etc.)
- j) Valor de los niveles N50, N10, y si se trata de una medición semicontinua Neq en cada punto de medición con sus correspondientes desviaciones estándar.
- k) Promedio de los niveles N50, N10 y el nivel equivalente de Neq si se trata de una medición semicontinua.
- l) Nivel medio del ruido de fondo medido y además el nivel equivalente del ruido de fondo si se trata de una medición semicontinua.
- m) Corrección por ruido de fondo.
- n) Corrección por presencia de extremos.
- o) Valor del nivel de emisión de la fuente fija.
- p) En caso eventual, desviaciones respecto al procedimiento de esta Norma, indicando la justificación teórica y la equivalencia con los valores que hubieran sido obtenidos por medio de esta Norma.

8.3.3 La corrección por ruido de fondo sólo se efectúa si $\Delta \geq 0.75$ dB (A), por medio de la fórmula siguiente:

$$C_f = - \left(\frac{\Delta}{50} + 9 \right) + 3 \sqrt{\frac{4}{50}} = 3 \quad (7)$$

8.3.4 La corrección por presencia de extremos se halla dada por la fórmula (8).

$$C_e = 0.9023 F^{10} \quad (8)$$

Donde: F es el promedio de las desviaciones estándar para los puntos de medición de la fuente fija.

8.3.5 El valor del nivel de emisión de la fuente fija es el mayor de:

a) el nivel obtenido por la fórmula

$$N = N_{ff} + C_f + C_e \quad (9)$$

b) el nivel efectivo, del nivel efectivo obtenido para cada punto de medición, en caso de mediciones semicontínuas.

8.3.6 Si $\Delta < 0.75$ dB (A), la fuente fija no emite nivel sonoro.

9.- INFORME DE LA PRUEBA.

9.1 El informe de la prueba debe contener los siguientes datos:

- a) Identificación total de la fuente fija (Nombre o razón social, responsable, dirección).
- b) Ubicación de la fuente fija, incluyendo croquis de localización con colindancias, situación aproximada de la misma en el interior del predio y las zonas críticas de emisión máxima de nivel sonoro.
- c) Localización aproximada de los puntos de medición en el croquis anterior.
- d) Características de operación de la fuente fija indicando los horarios de emisión máxima y la eventualidad de fuentes móviles internas.
- e) Tipo de medición realizada (continua o semicontinua)
- f) Equipo empleado, incluyendo mardas y número de serie.
- g) Nombres completos de las personas que realizaron la medición.

Considerando de este modo una distribución normal de la variable estadística, puede calcularse la desviación entre los niveles N_{90} y N_{50} ,

en función de la desviación estándar.

$$Si (x = 0 \text{ -- } N_{50}) \tag{A1}$$

$$Si (x = 1.2817 \text{ -- } N_{10})$$

Por tanto $N_{10} - N_{50} = 1.2817 F$ (A2)

que conduce a las ecuaciones (3) y (6).

Sabiendo que la variación de la media, durante un proceso estadístico se comporta con una distribución X^2 , teniendo la función t, definida como

$$t = z / \sqrt{\frac{U}{V}} \tag{A3}$$

donde
 : Z es una variable aleatoria con distribución normal.
 U. es una variable aleatoria con distribución X^2 .
 V. es e grado de libertad de la función.

puede escribirse

$$z = t \sqrt{\frac{U}{V}} \tag{A4}$$

siendo $\sqrt{U/V}$ la desviación estándar de los niveles de ruido durante el proceso, y 2 la corrección que debe hacerse al nivel medio por la presencia de valores extremos, puede reescribirse (A4) como

$$Ce = t \cdot F \tag{A5}$$

Esta corrección t corresponde a la posibilidad de que durante un determinado período se presenten valores superiores al NF.

Suponiendo que los niveles superiores al N_{10} causan molestias en el individuo ya que se presentan distintamente durante el 10% del período de observación, la expresión (A5) puede reenumerarse, de acuerdo a la (A1), como:

$$C_e = t \times 1.2817 F \tag{A6}$$

Si estos niveles presentan una posibilidad superior a 0.5, (o sea 0.51), la función t, valdrá en su distribución, suponiendo $V = 20$ grados de libertad (por punto).

$$t = 0.704 \quad P V = 0.51 \tag{A7}$$

y así, finalmente, la corrección C vale

$$C_e = 0.9623 F \tag{A8}$$

que de la expresión (7)

10.- APENDICE

A.1 Desarrollos Matemáticos

Supuesto que el conjunto de niveles producidos por una fuente fija y registrados durante un lapso determinado constituyen una población estadística, la probabilidad de la presentación de estos niveles se distribuye en forma normal. Por lo cual la media de esta población N_{50} establece un eje de simetría. De esta manera los momentos a la derecha de este eje tienen su simétrico a la izquierda.

Empleando las constantes adecuadas puede lograrse que el área bajo la curva normal sea igual a la unidad, de tal manera que el 100% de los eventos de la población están contenidos bajo la curva.

Suponiendo, como se enunció en 5, que cada evento ocurre en un lapso constante, el 100% de los eventos representa el 100% del tiempo transcurrido durante la observación. El percentil p se obtiene de esta forma, hallando la parte del área bajo la curva que tenga un área de $p/100$, y el límite superior de esta área será el nivel "p". Es claro, entonces, que el nivel N_{50} es la media estadística de esta curva.

A.2 EJEMPLO

Los resultados de una medición semicontinua son los siguientes:

Fueron empleados 5 puntos de medición y el ruido de fondo fue el de la calle de acceso a la fuente fija.

TABLA No 1

A	B	C	D	E
79.3	55.8	69.8	81.4	56.9
79.3	51.0	59.0	72.6	57.4
56.6	72.7	63.9	59.3	68.3
64.7	72.9	67.1	82.2	51.2
78.1	62.3	61.9	67.7	88.8
53.0	67.3	85.3	83.1	78.7
69.5	66.2	69.7	69.1	63.9
79.3	79.2	70.5	58.1	53.6
83.4	67.5	59.8	68.8	64.9
66.8	83.4	59.8	68.8	64.9
76.1	59.6	66.7	65.1	83.2
68.9	65.8	75.2	69.6	64.5
77.4	75.0	77.1	59.7	91.7

71.3	67.9	78.3	59.3	51.7
61.2	63.2	63.9	68.1	86.9
80.7	62.8	46.1	57.8	74.9
81.4	60.0	61.7	69.7	62.1
52.7	59.5	67.1	68.3	79.1
77.8	73.2	56.4	88.4	58.4
67.7	66.5	75.6	71.3	79.2
	75.5			78.4

TABLA No. 2
RUIDO DE FONDO

1	2	3	4	5
53.7	65.5	67.2	47.3	53.6
42.3	108.4	76.9	46.1	79.3
72.2	75.5	89.9	69.6	35.6
66.7	66.2	50.6	103.4	65.5
51.3	49.3	55.7	48.0	112.3
62.5	83.8	59.5	100.9	79.0
41.7	76.9	63.2	73.4	71.3
43.0	77.8	59.9	79.4	68.4
43.9	58.3	50.8	42.3	45.3
41.1	63.8	48.0	52.1	62.1
106.4	49.8	85.2	42.5	39.3
43.0	35.7	59.9	79.8	107.8
67.0	70.6	83.2	111.1	51.8
68.4	58.3	67.3	40.0	49.6
48.8	49.9	107.1	69.7	68.7
69.7	41.1	42.4	41.6	68.7
45.6	57.0	89.0	121.9	46.5
103.4	66.4	68.1	84.8	56.4
44.5	73.2	40.9	35.3	60.5
49.2	48.0	55.0	71.1	38.4

Empleando las fórmulas (2), (4), (5) y (6), se calculan los valores N_{eq} , N , F y N , que se dan en la tabla número 3.

50 10

En la última columna se calcularon el nivel equivalente de los 5 valores equivalentes y los correspondientes promedio tanto para los 5 puntos como para el ruido de fondo.

11.- BIBLIOGRAFIA

11.1 FREUND, J. E. Mathematical Statistics, Prentice Hall, 1962.

11.2 JONES, H. W. SREDULINSKY, D., VERMEULEN, P.J. "Modeling of Environmental Acoustics". Paper pp9, 91st, Meeting Acoust, Soc. Ame, 1976.

11.3 NORMA ISO 2204-1973 "Guide to the Measurement of Airborne Acoustical Noise and Evaluation of its Effects on Man".

11.4 OSTLE, B. Statistics in Research, Iowa St. University Press, 1963.

11.5 RECOMENDACION ISO R/1996 "Assesment Of Noise with Respect to the Community Response".

11.6 REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDOS, México, 1976.

11.7 SKUDRZYK, E. The Foundations of Acoustics. Springer Verlag, 1974.

11.8 U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety. Document 550/9 74-004, 1974.

12.- CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

Esta Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional.

(1) Ver bibliografía	(5) Ver 3.12, 3.13
(2) Ver referencias	(6) Ver 3.7
(3) Ver 3.15.	(7) Ver bibliografía
(4) Ver 4.7	(8) Ver apéndice.