



**SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
SUBSECRETARÍA DE FOMENTO Y NORMATIVIDAD AMBIENTAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA**

ESTUDIO QUE FUNDAMENTE TÉCNICAMENTE QUE EL MÉTODO DE MEDICIÓN PROPUESTO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN, ES EL APROPIADO PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD DE CUMPLIMIENTO CON LA FUTURA NORMA

# INFORME DE RESULTADOS

---

**Preparado por:**

Asociación Nacional de Restauradores Ambientales, A. C.  
Estenógrafos 38, Col. Sifón  
México, D. F. 09400  
55 5633 2210



**Agosto 2016**

## CONTENIDO

- 1 ANTECEDENTES
- 2 OBJETIVOS Y ALCANCE
- 3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS
- 4 RESULTADOS
  - 4.1 CONFIABILIDAD
  - 4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO
- 5 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
- 6 RESUMEN EJECUTIVO DE RESULTADOS
- 7 BIBLIOGRAFÍA
- 8 ANEXOS

## 1.1 ANTECEDENTES

El presente documento fue preparado para dar a conocer el informe de resultados de las mediciones de nivel sonoro, efectuadas para determinar el grado de cumplimiento y confiabilidad del método de medición propuesto para la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, y establecer si el método propuesto es adecuado para evaluar la conformidad de cumplimiento de dicha regulación.

De acuerdo con el diario oficial de la federación de fecha 3 de diciembre del año 2013 se publicó el ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Acuerdo que a la letra dice:

### CONSIDERANDO

*Que el artículo 155 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, prohíbe las emisiones de ruido en cuanto se rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.*

*Que el trece de enero de mil novecientos noventa y cinco, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, tema normativo cuya modificación se reiteró en el Programa Nacional de Normalización publicado en el mismo medio de difusión oficial el veintinueve de abril de dos mil trece.*

*Que no obstante la existencia de la regulación normativa señalada en el párrafo anterior, nuestro país, a nivel internacional, sigue señalándose como ejemplo de naciones en las que se han incrementado los problemas generados por la contaminación acústica.*

*Que, por su parte, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), ha informado que trece millones de habitantes de sus países miembros, entre ellos México, se encuentran expuestos a un nivel sonoro superior a 65 decibeles. Al respecto, recientemente, en el año dos mil doce, la Fonoteca Nacional realizó la medición de los niveles sonoros en cinco puntos diferentes de la capital de la República Mexicana, reportando que en la Ciudad de México se excede el límite superior deseable que recomienda la Organización Mundial de la Salud.*

*Que lo anterior, impele a adoptar medidas concretas de protección para la salud humana,*

*en aplicación del principio precautorio de acuerdo con el cual, la falta de certeza científica no constituye un obstáculo para adoptar medidas de protección al medio ambiente y a la salud humana, sin que por ello se demerite el proceso de modificación de la regulación existente en la materia.*

*Que el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que cuando no subsistan las causas que motivaron la expedición de una norma oficial mexicana, el Comité Consultivo Nacional de Normalización correspondiente, podrá modificar la norma de que se trate sin seguir el procedimiento para su elaboración, salvo que se pretendan crear nuevos requisitos o procedimientos o especificaciones más estrictas.*

*Que, en el presente caso, si bien es cierto que subsisten las causas que motivaron la expedición de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, también es cierto que dichas causas han sido superadas ampliamente por la realidad actual de la incidencia perjudicial del ruido en los seres humanos, lo cual se ha descrito en párrafos anteriores.*

*Que del análisis de la regulación vigente, se deduce que los niveles máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A", contenidos en la Tabla 1 de la citada norma oficial mexicana, conllevan a que todas las fuentes emisoras de ruido deben cumplir con los mismos valores, lo cual no es un criterio adecuado; dado que las diversas actividades humanas que se desarrollan dentro de cualquier instalación, no se pueden equiparar, por lo que en opinión de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es conveniente establecer los niveles de ruido y la zonificación que recomienda la Organización Mundial de la Salud.*

*Que existen diferencias sustanciales entre los niveles de ruido de una zona residencial, industrial, comercial o de servicios, por lo que la determinación de los niveles máximos permisibles de ruido para cada una de ellas, no genera obligaciones innecesarias a aquellas zonas en las cuales se desarrollan actividades menos ruidosas, ello sin perjuicio de que dicha zonificación represente mayores beneficios en la salud de las personas que se encuentran expuestas a altos niveles de emisión de ruido.*

*Que en este sentido, la Dirección General de Industria, previa valoración técnica, sometió a mi consideración el presente instrumento, mismo que tiene como finalidad precisar los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por las fuentes fijas, atendiendo a la actividad generadora del mismo, las zonas en las cuales puede producirse y los horarios en los cuales puede generarse; modificaciones que no crean nuevos requisitos o procedimientos, sino que únicamente precisa e individualiza aspectos*

técnicos importantes para la determinación de niveles aceptables de ruido y, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**"ACUERDO POR EL QUE SE MODIFICA EL NUMERAL 5.4 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN"**

**ARTICULO ÚNICO.** Se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, para establecer lo siguiente:

"5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 1.

**Tabla 1. Límites máximos permisibles NOM-081-SEMARNAT-1994 (actual)**

ZONA	HORARIO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)
Residencial <sup>(1)</sup> (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100

**(1) Entendida por vivienda habitacional unifamiliar y plurifamiliar; vivienda habitacional con comercio en planta baja; vivienda habitacional mixta; vivienda habitacional con oficinas; centros de barrio y zonas de servicios educativos.**

En el año 2015, la Dirección General de Industria (DGI), que forma parte como Unidad Administrativa de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental (SFNA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Con base en sus atribuciones y funciones definidas en el Reglamento Interior de la SEMARNAT y en su Manual de Organización Específico, elaboró con apoyo de una Asesoría y un Grupo de Trabajo Interno, el anteproyecto de modificación de la NOM-081-SEMARNAT-1994 (NOM) y del Acuerdo que modifica el numeral 5.4 de la misma, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2013. En dicha modificación se propone una nueva Tabla de límites máximos permisibles de nivel sonoro, y el método de medición para evaluar la conformidad del cumplimiento de la futura NOM.



Respecto a la modificación del método de medición, se consideró armonizarlo con normas internacionales, sin embargo, se desconoce su aplicabilidad; por lo que se requiere determinar si dicho método es el apropiado para los fines antes mencionados. Con base en lo anterior, la DGI contrató a la Asociación Nacional de Restauradores Ambientales, A. C. (ANARAC) para desarrollar el presente estudio.

## 2.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

Desarrollar un instrumento normativo que permita contar con los elementos técnicos, científicos y objetivos que sustenten la correcta modificación y actualización de los límites máximos permisibles del nivel sonoro emitido por fuentes fijas y su método de medición.

## 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO

Determinar si el método de medición propuesto para la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 es apropiado para evaluar la conformidad del cumplimiento con la regulación propuesta.

## 2.3 ALCANCE

El trabajo que se reporta en este informe contempló las siguientes actividades.

1. Determinar el grado de cumplimiento y confiabilidad del método de medición propuesto en términos de sus atributos técnicos. Entendiéndose por CONFIABILIDAD el término general cualitativo que expresa el grado de cumplimiento satisfactorio del método de medición en términos de aplicabilidad, especificidad, exactitud, precisión y detectabilidad.
  - Aplicabilidad. - Comprobar que el método de medición puede ser aplicable en todos los supuestos que se determinan en el anteproyecto de la NOM.
  - Especificidad. - Determina si el método de medición es apropiado para comprobar el grado de cumplimiento con la NOM que se está proponiendo en el anteproyecto.
  - Exactitud. - Es la cercanía del valor analítico al "valor verdadero" de la medición de ruido en cada uno de los supuestos que considera el anteproyecto de modificación de la NOM.
  - Precisión. - Se refiere a la cercanía por la que los valores están dentro de una serie de medidas del mismo parámetro; esto involucra calcular la desviación estándar entre cualquiera de las tres categorías siguientes.
    - La primera categoría consiste en evaluar la precisión de un método bajo condiciones de operación idénticas, dentro de un corto período de tiempo y el mismo día.
    - La segunda es evaluada repitiendo las determinaciones utilizando el método en diferentes días, por diferentes analistas y con diferentes instrumentos por el mismo laboratorio.
    - La tercera provee información sobre qué tan preciso es el método cuando la medición se lleva a cabo por diferentes laboratorios.
  - Detectabilidad. - Se refiere a la capacidad de detección de todos los parámetros que contempla el método de medición.

2. Siguiendo la metodología de medición propuesta en el anteproyecto Llevar a cabo mediciones de nivel sonoro por medio de tres laboratorios diferentes en cuatro sitios diferentes (3 de ellos emisores de tipo comercial con receptores habitacionales y uno industrial con receptores habitacionales e industriales).
3. Realizar un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos para evaluar la precisión del método, considerando: **Condiciones de operación idéntica, dentro de un corto período de tiempo, el mismo día y considerando tres laboratorios diferentes.**
4. Realizar un análisis comparativo de las ventajas y desventajas del método propuesto, con relación al método de medición vigente.
5. Realizar un análisis costo beneficio de la aplicación del método de prueba propuesto, contra el método que determina la NOM vigente.

### 3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

A continuación, se describen las actividades que integraron el estudio para determinar si el método de medición propuesto para la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 es apropiado para evaluar la conformidad del cumplimiento con la regulación propuesta.

1. Se elaboró el programa de selección de sitios para efectuar las mediciones de nivel sonoro, identificando las características del sitio, las zonas seleccionadas, así como las especificaciones técnicas de cada medición, los laboratorios participantes, el personal que llevaría a cabo los trabajos y el responsable de la supervisión de los mismos.
2. Con la participación de los tres laboratorios y en todos los sitios de medición seleccionados, se efectuaron las mediciones de nivel sonoro en campo conforme al programa desarrollado.
3. Los tres laboratorios efectuaron sus informes de resultados correspondientes a cada uno de los sitios.
4. Se elaboró un análisis cuantitativo de los resultados para determinar la precisión del método considerando: **Condiciones de operación idéntica, dentro de un corto período de tiempo, el mismo día y considerando tres laboratorios diferentes.**
5. Se elaboró el informe de atributos técnicos del método de medición con base en aplicabilidad, especificidad, exactitud, precisión y detectabilidad.
6. Se elaboró un comparativo de las ventajas y desventajas del método de prueba propuesto en el anteproyecto contra el método vigente establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994.
7. Se elaboraron las observaciones y comentarios basados en la experiencia de las mediciones realizadas.
8. Se elaboró un análisis costo beneficio de la aplicación del método de prueba propuesto en el anteproyecto contra el método vigente establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994.
9. Se elaboró un listado de ajustes o modificaciones al método de medición propuesto.
10. Un resumen ejecutivo de resultados
11. Se elaboró este informe de resultados.

### 3.2 SITIOS SELECCIONADOS PARA EFECTUAR LAS MEDICIONES

El trabajo de campo del estudio comprendió realizar mediciones representativas en 3 sitios diferentes, del tipo instalación comercial y de servicios que emiten ruido hacia el exterior del predio o recinto, y que pueden afectar a otros lugares construidos con la finalidad de que personas pernocten en ellos (numerales 4.23 y 5.1 del proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994).

Adicionalmente fue posible efectuar mediciones en la Fábrica de Jabón La Corona, S.A. de C.V., ubicada en Parque Industrial Xalostoc, Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Cada laboratorio en cada sitio seleccionado efectuó las mediciones de nivel sonoro, siguiendo la metodología propuesta en el proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Las evaluaciones se hicieron de manera que los tres laboratorios efectuaron la toma de lecturas al mismo tiempo, siguiendo las especificaciones del numeral 5.2 del proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, lo cual se indica a continuación.

*5.2 La determinación del nivel sonoro total corregido emitido por la fuente fija se debe llevar a cabo en los horarios o tiempos en los que se efectúe la mayor actividad de la fuente emisora de ruido.*

*5.2.1 Si la actividad generadora de ruido se realiza en días específicos, la determinación del nivel sonoro total corregido se debe efectuar cuando se lleve a cabo tal actividad.*

*5.2.2 En las zonas residenciales, industriales y comerciales, las determinaciones del nivel sonoro se tendrán que efectuar antes o después, ya sea de las 06:00, o bien, de las 22:00; es decir, no se realizarán mediciones en las horas límite.*

Con base en lo anterior los sitios seleccionados fueron los siguientes.

**Tabla 2. – Sitios seleccionados para realizar las mediciones**

Núm de sitio	Nombre	Dirección	Localidad
1	Plaza Río Marina	Av. Río Mayo No. 803, Col. Vista Hermosa. 62290	Cuernavaca Morelos
2	Bengala Bar	Av. Sonora No. 34 Local "A", Col. Roma Norte 06700	Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México
3	Continental Bistro	Av. México 157 Local E y F, Col. Hipódromo Condesa, C.P. 06100	Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México
4	Fábrica de Jabón La Corona, S.A. de C.V.	Carlos B. Zetina No. 80, Parque Industrial	Xalostoc, Ecatepec de Morelos, Estado de México

Ver **anexo fotográfico y croquis de localización**.

### 3.3 PERSONAL Y LABORATORIOS QUE PARTICIPARON

Laboratorio participante	Personal	Acreditamientos
VPR Análisis Ambientales, S. A. de C. V.	Ing. José Adrián Pérez Galindo	FF-0521-053/13; vigencia a partir de 2013-12-09
	Ing. Mauricio Vizcaino Guerra	
Laboratorio Microanalítico de Control, S. A. de C. V.	Sergio Espinoza Bravo	FF-0078-012/11; vigencia a partir de 2011-09-14
Ingeniería Acústica Spectrum, S. A. de C. V.	León Rodrigo Pérez Segovia	FF-0063-010/11; vigencia a partir de 2011-09-02
	Juan Antonio Ortiz García	

### 3.4 COORDINADOR DEL PROYECTO

**Ing. Mauricio Vizcaino Guerra.** - Perito en Seguridad e Higiene Industrial reconocido por el Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos, A. C., Profesionista Certificado en Higiene Industrial reconocido por el Consejo de Profesionales Certificados en Seguridad. Es auditor ambiental acreditado y aprobado en los rubros de agua, aire y ruido, suelo y subsuelo, residuos peligrosos y riesgo ambiental, bajo la clave No. AAPROFEPA-014-02/04 de la PROFEPA y verificador autorizado en normas de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo bajo la clave UVSTPS034 de la STPS. Tiene una experiencia de 31 años en el área de Higiene Industrial y Control Ambiental.

### 3.5 INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

**Tabla 3. Instrumentación utilizada**

Laboratorio participante	Instrumento	Núm. de serie
VPR Análisis Ambientales, S. A. de C. V.	Sonómetro Larson Davis LxT1	0002455
	Calibrador acústico Quest QC-10	Q19010098
	Juego de filtros Larson Davis LxT1	0002455
Laboratorio Microanalítico de Control, S. A. de C. V.	Sonómetro analizador Svantek	Svan 945
	Calibrador acústico Svantek	SV 30 <sup>a</sup>
	Juego de filtros Svantek	Svan 945
Ingeniería Acústica Spectrum, S. A. de C. V	Sonómetro analizador Svantek	Svan 958
	Calibrador acústico Larson Davis	CAL250
	Juego de filtros Svantek	SVAN 958

Los instrumentos de medida empleados fueron calibrados por un laboratorio acreditado. Los certificados de calibración se pueden ver en el **anexo C** de este informe.

## 4.1 CONFIABILIDAD

4.1.1 **Aplicabilidad.** - *Comprobar que el método de medición puede ser aplicable en todos los supuestos que se determinan en el anteproyecto de la NOM.*

1. Los intervalos de calibración descritos en el numeral 6.2.1 no se encuentran homologados con los criterios establecidos por la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA) para los intervalos de calibración de los sonómetros requeridos en el anteproyecto de NOM.
2. En el numeral 6.2.1 se indica que “los instrumentos de medida empleados deberán ser calibrados por un laboratorio acreditado o por el CENAM”, sin embargo, Se entiende que los instrumentos de soporte (i.e. anemómetro, barómetro y termómetro) también requieren estar calibrados, aunque no formen parte de la cadena de trazabilidad de la medición.
3. En el numeral 6.4.1 se indica que “los campos o terrenos sin construcción, colindantes con la fuente fija, se considerarán como zona industrial y comercial”. La tabla 1 establece límites máximos permisibles diferentes para zona industrial y para zona comercial por lo que es necesario especificar qué tipo de límite se va a seleccionar.
4. La tabla 1 establece límites máximos permisibles para hospitales, sin embargo, en el numeral 6.4.1 se indica que los hospitales deben ser clasificados como zona residencial, por lo que se debe omitir dicha indicación para poder aplicar el límite adecuadamente.
5. En el numeral 6.4.1 (c) se indica que la autoridad interesada debe proporcionar la fecha aproximada de inicio de operaciones, así como la correspondiente al establecimiento de las colindancias actuales. Por lo regular la autoridad interesada no se encuentra presente durante la medición, y frecuentemente no cuenta con dicha información, por lo que es conveniente eliminar este texto.
6. En el numeral 6.5.2.1.4 se indica que, si las construcciones presentes en la colindancia son de varios pisos, el micrófono debe colocarse a una altura de  $(4.0 \pm 0.5)$  m del piso. Esto requiere al menos de dos técnicos para realizar la medición; lo que incrementa el costo de la misma.
7. La propuesta del anteproyecto no establece criterios para determinar cuándo es despreciable el ruido de fondo o qué criterios aplicar para obtener el ruido de fondo mediante mediciones en otros puntos.
8. En el numeral 6.5 (b) se indica que la velocidad del viento no debe superar los 5 m/s para poder realizar mediciones de nivel sonoro. Sin embargo, existen fuentes de emisión (e.g. turbinas de viento) que generan los niveles sonoros de emisión más altos con velocidades del viento superiores a los 5 m/s. En todo caso es recomendable el uso de adaptadores cónicos para los micrófonos, con los cuales se pueden realizar mediciones en condiciones de viento superiores a los 5 m/s.
9. En la tabla 2 del anteproyecto se indica que cuando la diferencia entre el  $NS_{ZM}$  y el  $NS_{RF}$  sea  $\leq 3$  dB(A) y el  $NS_{RF}$  sea mayor al LMP, se deberá repetir la medición por lo menos una vez en condiciones de ruido de fondo ( $NS_{RF}$  menor”. Sin embargo, el ruido de fondo no depende de la fuente fija por lo que no se puede garantizar al repetir la medición existan dichas condiciones. Tampoco se indica que procede en caso de que se vuelva a obtener el mismo resultado en la segunda medición.

10. En el numeral 7.3 es necesario especificar los criterios para determinar cuándo las determinaciones para evaluar la conformidad son coincidentes y cumplen con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana.
11. El artículo transitorio señala que la presente norma oficial mexicana entrará en vigor a los 60 días siguientes a su publicación en el Diario Oficial de la Federación. El proceso para que un laboratorio de pruebas pueda actualizarse requiere al menos de 120 días, por lo que durante algunos meses no habría laboratorios acreditados para evaluar la conformidad de la norma.

**4.1.2 Especificidad.** - *Determina si el método de medición es apropiado para comprobar el grado de cumplimiento con la NOM que se está proponiendo en el anteproyecto.*

1. La expresión de resultados indicada en la Tabla 2 del Anteproyecto cuando la diferencia entre el  $NS_{ZM}$  y el  $NS_{RF}$  es  $\leq 3$  dB(A) (i.e. "La medición no es aplicable" o "Se deberá repetir la medición"), no permite concluir si la fuente fija cumple o no con los Límites Máximos Permisibles.
2. La compensación de 9 dB indicada en el numeral 6.5.2.2.10 inciso (c), es incongruente con el objetivo del procedimiento de medición (i.e. *Determinar el nivel de ruido emitido al ambiente*). Se recomienda que para cumplir dicho objetivo las compensaciones solo se apliquen a los elementos constructivos que no sean propiedad de la fuente.
3. El cálculo establecido en el numeral 6.7.3 (*corrección por presencia de ruido de baja frecuencia*) no tiene la robustez necesaria para identificar las correcciones por presencia de ruido de baja frecuencia, ya que la probabilidad de que el nivel sonoro de la frecuencia de 200 Hz sea mayor a 50 dB es muy alta independientemente del tipo de emisión, por lo que prácticamente en todos los casos aplicaría una corrección de 6 dB(A).
4. El procedimiento para corrección por presencia de tonos emergentes requiere que se analice el espectro corregido por ruido de fondo. Dicha corrección es susceptible de enmascarar la presencia de tonos emergentes.

**4.1.3 Exactitud.** - *Es la cercanía del valor analítico al "valor verdadero" de la medición de ruido en cada uno de los supuestos que considera el anteproyecto de modificación de la NOM.*

En el **anexo A** de este reporte de resultados se presentan las hojas de cálculo para determinar la Veracidad, la cual junto con la precisión que se describe en el siguiente párrafo determinan la exactitud del método, según la NMX-CH-5725-1-IMNC-2006 – ISO 5725-1: 1994. Asimismo, en la tabla 5 de resumen de resultados puede observarse que de las 14 evaluaciones efectuadas, después de la evaluación preliminar, 3 de ellas fueron rechazadas como zona de medición, quedando únicamente 11 evaluaciones, de las cuales 9 pueden reportarse con una exactitud aceptable y 3 inaceptable.

- 4.1.4 **Precisión.** - *Se refiere a la cercanía por la que los valores están dentro de una serie de medidas del mismo parámetro. El cálculo de la desviación estándar en este caso, se efectuó considerando proveer información sobre qué tan preciso es el método cuando la medición se lleva a cabo por diferentes laboratorios, con diferentes instrumentos y al mismo tiempo.*

En el mismo anexo A de este informe se presentan las hojas de cálculo y resultados de la determinación de precisión; en este caso se empleó la tercer categoría, es decir proveer información sobre qué tan preciso es el método cuando la medición se lleva a cabo por diferentes laboratorios.

**4.1.5 Detectabilidad.** – *La detección de todos los parámetros que contempla el método de medición.*

1. La Propuesta de Anteproyecto de la Modificación de la NOM-081-SEMARNAT-1994 no indica la constante de integración (i.e. respuesta temporal) que debe ser empleada durante la medición. Es necesario especificar la constante de integración para homologar la medición entre los organismos de evaluación de la conformidad.
2. Las especificaciones del sonómetro descritas en el numeral 6.1.1.1 no incluyen el analizador que emplee la transformada discreta de Fourier requerido en el apéndice “B” del Anteproyecto de la Modificación de la NOM-081-SEMARNAT-1994.
3. Actualmente no existen Laboratorios de Calibración cuyo alcance incluya la calibración de analizadores que empleen la transformada discreta de Fourier.
4. En el numeral 4.44 se define ruido impulsivo como “ruido inestable que se registra durante un periodo de tiempo menor a 1 segundo” y en el inciso 6.3 se indica que el tiempo de medida para ruido impulsivo debe ser como mínimo 5 minutos. El tiempo de medida establecido no garantiza que se presente un sonido de impulso en caso de que esta exista. Adicionalmente, al ponderar durante 5 minutos un ruido impulsivo con duración menor a 1 segundo el valor ponderado obtenido es menor al generado durante el ciclo donde se generó. Es más adecuado indicar que para ruido impulsivo la medición se realice durante un ciclo de ruido impulsivo sin especificar un tiempo mínimo de medición.
5. En el numeral 6.7.4 se indica que la presencia de ruido impulsivo debe ser detectada por el personal que realiza la evaluación, sin embargo, es conveniente proporcionar algún parámetro de medición para detectarlo y que no dependa únicamente de su sensibilidad.
6. La sensibilidad de un sonómetro clase 2 no es adecuada para medir los niveles máximos permisibles establecidos en la tabla 1 (e.g. para mediciones realizadas en interiores con un solo elemento constructivo propiedad del recinto receptor en zonas habitacionales, el nivel sonoro dentro del recinto requerido para cumplir con los niveles máximos permisibles en horario nocturno debe ser inferior a 35 dB(A)).

## 4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.

### 4.2.1 Análisis de costos

**Tabla 4. Análisis de costos**

	NOM-081- SEMARNAT-1994 (\$)	Proyecto de modificación (\$)	Observaciones
Calibraciones	12,000.00	16,000.00	Se requiere la calibración en tercios de la banda, además de la función de la transformada discreta de Fourier.
Instrumentos de medición	50,000.00	160,000.00	Se requieren instrumentos que midan en tiempo real, con juego de filtros en tercios de la banda y que tengan la función de la transformada discreta de Fourier.
Personal técnico (H-H/Estudio)	1,100.00	2,500.00	A diferencia del método actual, el proyecto de modificación requiere de dos técnicos y la duración de cada prueba cambiaría de 2 a 4 horas
Costo por cada prueba efectuada por un laboratorio acreditado	3,000.00 a 6,500.00	12,000.00 a 15,500.00	

### 4.2.2 Beneficios

A continuación, se enlistan los beneficios técnicos de la aplicación del método de prueba propuesto contra el método que determina la NOM vigente.

1. Establece límites máximos permisibles para diferentes zonas lo cual permite una valoración más específica.
2. Toma en cuenta las condiciones ambientales durante la medición (presencia de lluvia, humedad extrema, polvo, o temperaturas y velocidad del viento).
3. Solicita la calibración de todos los instrumentos de medición.
4. La medición es más precisa por efectuarse en 1/3 de la banda.
5. Solicita la medición en Nivel sonoro Continuo Equivalente.
6. Establece la forma de medir en interiores y exteriores.

### 4.2.3 Desventajas

Las principales desventajas de la aplicación del método propuesto contra el método de LA NOM vigente se pueden resumir de la siguiente forma.

1. La instrumentación solicitada es más costosa y se requiere de más instrumentación, lo cual representa un aumento en los costos, tanto por los instrumentos como por la calibración de los mismos.
2. Se requiere mayor tiempo para efectuar la evaluación y al menos de dos técnicos, lo cual también implica mayores costos.

### 5.1 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS BASADOS EN LA EXPERIENCIA DE LAS MEDICIONES REALIZADAS

1. Es importante considerar tal como se observa en la Tabla núm. 5 de Resumen de Resultados, que en todas las Zonas de Medición evaluadas, el  $NS_{\text{Corr.Total}}$ , rebasa el límite máximo permisible.
2. Es necesario revisar los símbolos de las unidades utilizadas en la propuesta del anteproyecto, ya que en repetidas ocasiones se emplea el símbolo “dB” para las mediciones realizadas en la red de ponderación “A”, siendo el símbolo correcto “dB(A)”.
3. En el numeral 6.4.1 (c) se indica que la autoridad interesada debe proporcionar la fecha aproximada de inicio de operaciones, así como la correspondiente al establecimiento de las colindancias actuales. Por lo regular la autoridad interesada no se encuentra presente durante la medición para proporcionar dichos datos y frecuentemente tampoco cuenta con esta información.
4. Colocar el micrófono a una altura de 4.0 +/- 0.5 m requiere de al menos dos técnicos de muestreo para realizar la medición. Lo que incrementa el costo de la medición, así como el riesgo de la seguridad del personal que realiza la medición debido a la alta visibilidad del equipo de medición.
5. La propuesta de Anteproyecto de la Modificación de la NOM-081-SEMARNAT-1994 no establece criterios para determinar cuándo se debe de considerar que el ruido de fondo es despreciable o qué criterios se deben cumplir para poder emplear mediciones en otros puntos para obtener el ruido de fondo.
6. El requisito de la verificación del equipo en campo cada hora, no es aplicable debido a varias razones:
  - Necesidad de portar fuera de la instalación bajo prueba, además de los equipos de medición, el instrumento de verificación que requiere un cuidado especial en su manejo.
  - Se requiere que antes de cualquier medición se ajuste el sonómetro mediante el calibrador acústico, de tal manera que se realizarán varias verificaciones antes de la medición final.No se comprende la razón de esta disposición, considerando que actualmente los instrumentos de medición son muy estables.
7. Con respecto a la clasificación de las zonas del receptor, no hay claridad en el criterio cuando existen más de un tipo de colindancia; por ejemplo, escuela y casa habitación en la misma colindancia o comercio en planta baja y habitacional en los pisos superiores.
8. Para identificar las zonas de medición es necesario realizar diversos cálculos para obtener las correcciones por presencia de tonos emergentes, ruido de baja frecuencia, presencia de impulso, etc., por lo que es necesario interrumpir el trabajo en campo para realizar los cálculos correspondientes. Adicionalmente en campo difícilmente se dispone de un lugar apropiado donde realizar estos cálculos.
9. Los datos necesarios para realizar las correcciones por antigüedad cuando es factible obtenerlos por lo regular son proporcionados al final del estudio y no al inicio cuando se deben realizar dichos cálculos. Además, no se sustenta ni legal ni técnicamente su creación. Conceptualmente puede ser contraproducente su interpretación ya que se podría permitir una mayor emisión de ruido solo por el hecho de haberse establecido la

fuelle antes que el receptor.

10. El tiempo para realizar la medición en comparación con la NOM-081-SEMARNAT-1994 se incrementa de un promedio de 1.5 horas a un promedio de 4 horas lo cual incrementa de manera notoria los costos y los riesgos de seguridad durante las evaluaciones en horario nocturno.
11. Con respecto a las correcciones por audibilidad (evaluación subjetiva) indicadas en el numeral 6.7.2.1, se crea una confusión, toda vez que la evaluación va a depender de la capacidad auditiva del evaluador, creando un análisis complejo que debe ser realizado en el tiempo en que se ejecuta la medición.

## 5.2 SUGERENCIAS DE AJUSTES O MODIFICACIONES AL MÉTODO PROPUESTO

1. Es necesario revisar los símbolos de las unidades utilizadas en la propuesta del anteproyecto, ya que en repetidas ocasiones se emplea el símbolo “dB” para las mediciones realizadas en la red de ponderación “A”, siendo el símbolo correcto “dB(A)”.
2. De acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico, corresponde a los estados y municipios la vigilancia del cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT. Salvo algunas excepciones, los estados y municipios no cuentan con los recursos técnicos y humanos para vigilar el cumplimiento del procedimiento descrito en el anteproyecto de la NOM por lo que se recomienda simplificar lo más posible el procedimiento de medición.
3. Asimismo, las “Categorías de Zona” deben ser homologadas con los términos usados por los municipios para establecer el uso de suelo, ya que es necesario que ambos términos coincidan para poder aplicar los límites máximos permisibles de la Tabla 1.
4. La validez jurídica de los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 puede ser cuestionada. El tercer artículo transitorio de la Ley General del Equilibrio Ecológico establece que mientras se expiden las disposiciones reglamentarias de la Ley seguirán en vigor las que han regido hasta la publicación de la misma. Por lo que, de acuerdo a este transitorio, sigue vigente el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por Ruido, que en su artículo 11 establece los niveles máximos de emisión de ruido de 65 y 68 dB(A) tal y como se encontraba en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Como jurídicamente el Reglamento tiene mayor jerarquía que la norma los valores establecidos en el reglamento deben prevalecer sobre los establecidos en la norma.
5. Los valores máximos permisibles en el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por Ruido y en la NOM-081-SEMARNAT-1994 fueron establecidos para "emisión de ruido". En los considerandos de la Propuesta de Anteproyecto se indica que se establecieron en base a los criterios recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los valores recomendados por la OMS son para "exposición a ruido" no para "emisión de ruido" y el método de medida para interiores (numeral 6.5.2.2) del Anteproyecto es para medición de "emisión de ruido".
6. Desarrollar un método para mediciones en interiores cuyo objetivo sea evaluar la conformidad de los “niveles de exposición a ruido” con los criterios recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dicha exposición.

Tabla 5. Resumen de resultados

Sitio evaluado	Colindancia	Horario de medición	Laboratorio	Neq(A) (dB)		NS Corr. Total (dB)	LMP (dB)	Exactitud en términos de veracidad y precisión	
				Fuente	Fondo			Ruido de fuente	Ruido de fondo
Plaza Río Marina	Privada de casas	Diurno	1	N. A.	N. A.	N. A.	60,0	N. A.	N. A.
			2	N. A.	N. A.	N. A.			
			3	N. A.	N. A.	N. A.			
	Funeraria	Diurno	1	52,9	54,1	58,9	70,0	N. A.	N. A.
			2	59,2	N. A.	65,2			
			3	N. A.	N. A.	N. A.			
	Cervecería	Diurno	1	70,5	N. A.	76,5	60,0	Aceptable	N. A.
			2	71,7	N. A.	77,7			
			3	74,4	68,6	82,1			
	Estacionamiento de la escuela	Diurno	1	69,8	61,9	78,0	70,0	No Aceptable	Aceptable
			2	61,6	68,4	N. A.			
			3	60,5	62,4	N. A.			
Fábrica de jabón La Corona	Planta de tratamiento	Diurno	1	70,7	59,9	79,4	75,0	No Aceptable	No Aceptable
			2	69,0	62,4	77,0			
			3	70,5	62,8	78,7			
	Salida Calle Siderurgia	Diurno	1	70,4	71,7	N. A.	75,0	Aceptable	Aceptable
			2	70,2	71,8	N. A.			
			3	70,7	72,9	N. A.			
	Calle Luis G. Sada	Diurno	1	70,4	N. A.	79,4	75,0	Aceptable	N. A.
			2	69,5	N. A.	78,5			
			3	70,1	N. A.	79,1			
	Calle Petroquímica	Diurno	1	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
			2	N. A.	N. A.	N. A.			
			3	N. A.	N. A.	N. A.			
Bengala Bar	Av. Sonora	Nocturno	1	75,3	63,9	81,0	55,0	No Aceptable	No Aceptable
			2	76,0	63,4	81,7			
			3	75,1	63,6	83,8			
	Calle Guadalajara	Nocturno	1	58,7	59,1	N. A.	55,0	Aceptable	Aceptable
			2	57,1	59,8	N. A.			
			3	59,3	60,1	N. A.			

Sitio evaluado	Colindancia	Horario de medición	Laboratorio	Neq(A) (dB)		NS Corr. Total (dB)	LMP (dB)	Exactitud en términos de veracidad y precisión	
				Fuente	Fondo			Ruido de fuente	Ruido de fondo
Continental Bistro	Pasillo (Colindancia lado Este)	Diurno	1	56,3	N. A.	62,3	60,0	Aceptable	N. A.
			2	56,7	N. A.	62,7			
			3	61,9	N. A.	70,9			
	Pasillo (Colindancia lado Este)	Nocturno	1	60,4	N. A.	66,4	55,0	Aceptable	N. A.
			2	60,9	N. A.	66,9			
			3	64,8	N. A.	73,8			
	Av. México	Diurno	1	59,8	56,9	N. A.	60,0	Aceptable	Aceptable
			2	59,5	56,7	N. A.			
			3	60,0	57,5	N. A.			
	Av. México	Nocturno	1	58,9	54,7	62,9	55,0	Aceptable	Aceptable
			2	58,3	55,1	55,4			
			3	58,7	55,4	59,0			

N. A.: No aplica

NS<sub>Corr.Total</sub>: Nivel Sonor Corregido Total en dB

LMP: Límite máximo permisible en dB

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

### PLAZA RÍO MARINA

Colindancia: 1. Privada      Zona de Medición: 1      Horario de medición: Diurno

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP (dB)
	Neq(A) (dB)			Neq(A)	Neq(A) (dB)			Neq(A) (dB)	NS <sub>ZM,RF,Corr</sub> (dB)	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	60,0	
2	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	60,0	
3	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	60,0	

Colindancia: 2. Funeraria      Zona de Medición: 1. Terraza      Horario de medición: Diurno

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP
	Neq(A)			Neq(A)	Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	53,5	53,0	52,2	52,9	56,0	53,8	51,1	54,1	58,9	70,0
2	60,0	59,3	58,0	59,2	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	65,2	70,0
3	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	70,0

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

Colindancia:		3. Plaza			Zona de Medición:			1. Cervecería		Horario de medición:		Diurno	
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP		
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno	
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3					
1	69,6	72,1	69,1	70,5	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	76,5	60,0			
2	71,2	71,5	72,4	71,7	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	77,7	60,0			
3	73,8	75,4	73,9	74,4	68,5	68,7	68,7	68,6	82,1	60,0			

Colindancia:		4. Escuela			Zona de Medición:			1. Estacionamiento		Horario de medición:		Diurno	
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP		
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno	
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3					
1	73,4	64,3	66,1	69,8	62,1	59,8	63,1	61,9	78,0	70,0			
2	61,1	61,4	62,2	61,6	64,3	71,6	68,4	68,4	N. A.	70,0			
3	59,3	60,7	61,3	60,5	63,0	61,7	62,3	62,4	N. A.	70,0			

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

### FÁBRICA DE JABÓN LA CORONA, S. A. de C. V.

Colindancia: **Planta de tratamiento** Zona de Medición: **1** Horario de medición: **Diurno**

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP
	Neq(A)			Neq(A)	Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	71,1	68,6	71,9	70,7	59,7	60,3	59,7	59,9	79,4	75,0
2	69,7	68,4	68,9	69,0	69,7	64,7	61,0	62,4	77,0	75,0
3	70,6	70,4	69,7	70,5	63,3	63,2	61,9	62,8	78,7	75,0

Colindancia: **Salida calle Siderurgia** Zona de Medición: **1** Horario de medición: **Diurno**

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP
	Neq(A)			Neq(A)	Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	69,0	70,0	71,7	70,4	72,5	70,4	72,0	71,7	N. A.	75,0
2	69,8	70,0	70,7	70,2	69,1	72,5	72,9	71,8	N. A.	75,0
3	70,4	70,2	71,4	70,7	74,0	72,0	72,5	72,9	N. A.	75,0

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

Colindancia: Calle Luis G. Sada      Zona de Medición: 1      Horario de medición: Diurno

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP
	Neq(A)			Neq(A)	Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	67,9	72,5	69,5	70,4	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	79,4	75,0
2	69,5	69,2	69,9	69,5	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	78,5	75,0
3	70,3	69,9	70,1	70,1	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	79,1	75,0

Colindancia: Calle Petroquímica      Zona de Medición: 1      Horario de medición: Diurno

Laboratorio	Ruido de fuente				Ruido de fondo				NS Corr. Total	LMP
	Neq(A)			Neq(A)	Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3		Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
2	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
3	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

**BENGALA BAR**

Colindancia:		Av. Sonora			Zona de Medición:		1		Horario de medición:		Nocturno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Nocturno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	74,8	74,2	76,5	75,3	64,3	65,1	61,4	63,9	81,0	55,0	
2	79,1	73,3	72,2	76,0	64,1	59,7	64,8	63,4	81,7	55,0	
3	75,4	76,2	74,9	75,1	64,1	65,6	61,9	63,6	83,8	55,0	

Colindancia:		Calle Guadalajara			Zona de Medición:		1		Horario de medición:		Nocturno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)			Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Nocturno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3			
1	61,0	54,5	58,5	58,7	59,1	59,0	59,3	59,1	N. A.	55,0	
2	57,2	55,8	57,7	57,1	58,7	60,3	60,2	59,8	N. A.	55,0	
3	60,6	58,1	58,9	59,3	61,1	58,3	60,3	60,1	N. A.	55,0	

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

**CONTINENTAL BISTRO**

Colindancia:		Este			Zona de Medición:			1. Pasillo		Horario de medición:		Diurno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3				
1	54,6	55,2	58,2	56,3	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	62,3	60,0		
2	55,6	54,9	58,7	56,7	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	62,7	60,0		
3	65,0	59,2	58,0	61,9	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	70,9	60,0		

Colindancia:		Este			Zona de Medición:			1. Pasillo		Horario de medición:		Nocturno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Nocturno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3				
1	59,3	62,8	57,3	60,4	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	66,4	55,0		
2	59,0	63,3	57,8	60,9	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	66,9	55,0		
3	64,8	62,3	66,3	64,8	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	73,8	55,0		

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

Colindancia:		Av. México			Zona de Medición:			1		Horario de medición:		Diurno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Diurno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3				
1	60,5	59,3	59,5	59,8	57,3	57,1	56,2	56,9	N. A.	60,0		
2	59,3	60,0	59,3	59,5	57,1	57,5	55,2	56,7	N. A.	60,0		
3	60,9	58,6	60,3	60,0	56,1	56,9	58,9	57,5	N. A.	60,0		

Colindancia:		Av. México			Zona de Medición:			1		Horario de medición:		Nocturno
Laboratorio	Ruido de fuente				Neq(A)	Ruido de fondo			Neq(A)	NS Corr. Total	LMP	
	Neq(A)			Neq(A)		Neq(A)				Neq(A)	NS <sub>ZM,RF,Corr.</sub>	Nocturno
	Punto 1	Punto 2	Punto 3			Punto 1	Punto 2	Punto 3				
1	60,3	59,6	55,7	58,9	57,4	52,3	52,2	54,7	62,9	55,0		
2	59,3	58,6	56,5	58,3	58,1	51,3	53,0	55,1	55,4	55,0		
3	59,0	58,3	58,9	58,7	56,3	55,4	54,4	55,4	59,0	55,0		

Laboratorio 1 VPR Análisis Ambientales, S.A. de C.V.

Laboratorio 2 Laboratorio Micro analítico de Control, S.A. de C.V.

Laboratorio 3 Ingeniería Acústica Spectrum, S.A. de C.V.

- EURACHEM, A. Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, First Internet Edition, Dic. 1988.
- NMX-CH-5725-1-IMNC-2006 – ISO 5725-1: 1994, ISO 5725-1:1994/Cor 1:1998 – Exactitud (veracidad y precisión) de los métodos y resultados de medición – Parte 1: Principios generales y definiciones.
- UNE-ISO-1996-1 – Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación. Junio de 2005.
- UNE-ISO-1996-2 – Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 2: Determinación de niveles de ruido ambiental. Septiembre de 2009.
- SEMARNAT, Dirección General de Industria. Propuesta de Anteproyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Borrador Grupo Ampliado Versión 0.0.
- NADF-005-AMBT-2013, Secretaría del Medio Ambiente. Norma Ambiental para el Distrito Federal, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el distrito federal

## **ANEXOS**

Anexo A. – Hojas de cálculo y resultados para determinar Exactitud y precisión

Anexo B. - Informes de resultados

Anexo C. - Certificados de calibración de los instrumentos

Anexo D. - Croquis de localización de los sitios seleccionados y Anexo fotográfico

**SEMARNAT**

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
SUBSECRETARÍA DE FOMENTO Y NORMATIVIDAD AMBIENTAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA

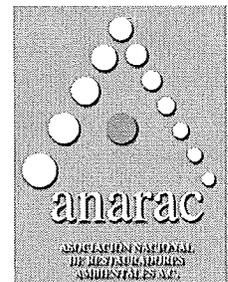
ESTUDIO QUE FUNDAMENTE TÉCNICAMENTE QUE EL MÉTODO DE MEDICIÓN  
PROPUESTO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-  
081-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN, ES EL  
APROPIADO PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD DE CUMPLIMIENTO CON LA  
FUTURA NORMA

## PROGRAMA DE SELECCIÓN DE SITIOS

**Preparado por:**

Asociación Nacional de Restauradores Ambientales, A. C.  
Estenógrafos 38, Col. Sifón  
México, D. F. 09400  
55 5633 2210

**Julio del 2016**



## CONTENIDO

- 1 ANTECEDENTES
- 2 OBJETIVOS
- 3 ALCANCE
- 4 ACTIVIDADES A DESARROLLAR
- 5 PROGRAMA DE SELECCIÓN DE SITIOS
  - 5.1 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO
  - 5.2 ZONAS SELECCIONADAS
  - 5.3 PERSONAL QUE LLEVARÁ A CABO LAS MEDICIONES
  - 5.4 PERSONAL ENCARGADO DE LA SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS
  - 5.5 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR
- 6 ANEXOS

## 1. ANTECEDENTES

El presente documento integra el programa de selección de sitios para **Zonas Residenciales** donde se efectuarán las mediciones del nivel sonoro identificando las características de los sitios, las zonas seleccionadas, así como las especificaciones técnicas de cada medición y el personal que llevará a cabo y supervisará los trabajos. Lo anterior como el primer entregable del "ESTUDIO QUE FUNDAMENTE TÉCNICAMENTE QUE EL MÉTODO DE MEDICIÓN PROPUESTO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN, ES EL APROPIADO PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD DE CUMPLIMIENTO CON LA FUTURA NORMA".

De acuerdo con el diario oficial de la federación de fecha 3 de diciembre del año 2013 se publicó el ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Acuerdo que a la letra dice:

### CONSIDERANDO

*Que el artículo 155 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, prohíbe las emisiones de ruido en cuanto se rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.*

*Que el trece de enero de mil novecientos noventa y cinco, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, tema normativo cuya modificación se reiteró en el Programa Nacional de Normalización publicado en el mismo medio de difusión oficial el veintinueve de abril de dos mil trece.*

*Que no obstante la existencia de la regulación normativa señalada en el párrafo anterior, nuestro país, a nivel internacional, sigue señalándose como ejemplo de naciones en las que se han incrementado los problemas generados por la contaminación acústica.*

*Que por su parte, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), ha informado que trece millones de habitantes de sus países miembros, entre ellos México, se encuentran expuestos a un nivel sonoro superior a 65 decibeles. Al respecto, recientemente, en el año dos mil doce, la Fonoteca Nacional realizó la medición de los niveles sonoros en cinco puntos diferentes de la capital de la República Mexicana,*

*reportando que en la Ciudad de México se excede el límite superior deseable que recomienda la Organización Mundial de la Salud.*

*Que lo anterior, impele a adoptar medidas concretas de protección para la salud humana, en aplicación del principio precautorio de acuerdo con el cual, la falta de certeza científica no constituye un obstáculo para adoptar medidas de protección al medio ambiente y a la salud humana, sin que por ello se demerite el proceso de modificación de la regulación existente en la materia.*

*Que el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que cuando no subsistan las causas que motivaron la expedición de una norma oficial mexicana, el Comité Consultivo Nacional de Normalización correspondiente, podrá modificar la norma de que se trate sin seguir el procedimiento para su elaboración, salvo que se pretendan crear nuevos requisitos o procedimientos o especificaciones más estrictas.*

*Que en el presente caso, si bien es cierto que subsisten las causas que motivaron la expedición de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, también es cierto que dichas causas han sido superadas ampliamente por la realidad actual de la incidencia perjudicial del ruido en los seres humanos, lo cual se ha descrito en párrafos anteriores.*

*Que del análisis de la regulación vigente, se deduce que los niveles máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A", contenidos en la Tabla 1 de la citada norma oficial mexicana, conllevan a que todas las fuentes emisoras de ruido deben cumplir con los mismos valores, lo cual no es un criterio adecuado; dado que las diversas actividades humanas que se desarrollan dentro de cualquier instalación, no se pueden equiparar, por lo que en opinión de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es conveniente establecer los niveles de ruido y la zonificación que recomienda la Organización Mundial de la Salud.*

*Que existen diferencias sustanciales entre los niveles de ruido de una zona residencial, industrial, comercial o de servicios, por lo que la determinación de los niveles máximos permisibles de ruido para cada una de ellas, no genera obligaciones innecesarias a aquellas zonas en las cuales se desarrollan actividades menos ruidosas, ello sin perjuicio de que dicha zonificación represente mayores beneficios en la salud de las personas que se encuentran expuestas a altos niveles de emisión de ruido.*

*Que en este sentido, la Dirección General de Industria, previa valoración técnica, sometió a mi consideración el presente instrumento, mismo que tiene como finalidad precisar los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por las fuentes*

*fijas, atendiendo a la actividad generadora del mismo, las zonas en las cuales puede producirse y los horarios en los cuales puede generarse; modificaciones que no crean nuevos requisitos o procedimientos, sino que únicamente precisa e individualiza aspectos técnicos importantes para la determinación de niveles aceptables de ruido y, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:*

**"ACUERDO POR EL QUE SE MODIFICA EL NUMERAL 5.4 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN"**

**ARTICULO ÚNICO.** *Se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, para establecer lo siguiente:*

*"5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 1.*

**TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.**

ZONA	HORARIO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)
Residencial 1 (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100

**1 Entendida por vivienda habitacional unifamiliar y plurifamiliar; vivienda habitacional con comercio en planta baja; vivienda habitacional mixta; vivienda habitacional con oficinas; centros de barrio y zonas de servicios educativos.**

En el año 2015, la Dirección General de Industria (DGI), que forma parte como Unidad Administrativa de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental (SFNA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Con base en sus atribuciones y funciones definidas en el Reglamento Interior de la SEMARNAT y en su Manual de Organización Específico, elaboró con apoyo de una Asesoría y un Grupo de Trabajo Interno, el anteproyecto de modificación de la NOM-081-SEMARNAT-1994 (NOM) y del Acuerdo que modifica el numeral 5.4 de la misma, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2013. En dicha modificación se propone una nueva Tabla de límites máximos permisibles de nivel sonoro, y el método de medición que evaluará la conformidad del cumplimiento con la futura NOM.

Respecto a la modificación del método de medición, se consideró armonizarlo con normas internacionales, sin embargo, se desconoce su aplicabilidad; por lo que se requiere determinar si dicho método es el apropiado para los fines antes mencionados, situación por la cual se desarrollará el siguiente estudio.

“ESTUDIO QUE FUNDAMENTE TÉCNICAMENTE QUE EL MÉTODO DE MEDICIÓN PROPUESTO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN, ES EL APROPIADO PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD DE CUMPLIMIENTO CON LA FUTURA NORMA”.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general del estudio

Desarrollar un instrumento normativo que permita contar con los elementos técnicos, científicos y objetivos que sustenten la correcta modificación y actualización de los límites máximos permisibles del nivel sonoro emitido por las fuentes fijas y su método de medición.

### 2.2. Objetivo específico del estudio

El estudio que se propone plantea como objetivo específico, determinar si el método de medición propuesto para la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 es apropiado para evaluar en **Zonas Residenciales** la conformidad del cumplimiento con la regulación propuesta.

### 3. ALCANCE

1. El estudio deberá expresar el grado de cumplimiento satisfactorio y confiabilidad del método de medición propuesto en términos de sus atributos técnicos. Entendiéndose por CONFIABILIDAD como el término general cualitativo que expresa el grado de cumplimiento satisfactorio del método de medición en términos de sus atributos técnicos (aplicabilidad, especificidad, exactitud, precisión y detectabilidad).
  - APLICABILIDAD Comprobar que el método de medición puede ser aplicable en todos los supuestos que se determinan en el anteproyecto de la NOM.
  - ESPECIFICIDAD Determina que el método de medición es apropiado para comprobar el grado de cumplimiento con la NOM que se está proponiendo en el anteproyecto.
  - EXACTITUD Es la cercanía del valor analítico al "valor verdadero" de la medición de ruido en cada uno de los supuestos que considera el anteproyecto de modificación de la NOM.
  - PRECISIÓN Se refiere a la cercanía por la que los valores están en acuerdo dentro de una serie de medidas del mismo parámetro, involucra calcular la desviación estándar entre cualquiera de las tres categorías siguientes.
    - La primera categoría consiste en evaluar la precisión de un método bajo condiciones de operación idénticas, dentro de un corto período de tiempo y el mismo día.
    - La segunda es evaluada repitiendo las determinaciones utilizando el método en diferentes días, por diferentes analistas y con diferentes instrumentos por el mismo laboratorio.
    - La tercera provee información sobre qué tan preciso es el método cuando la medición se lleva a cabo por diferentes laboratorios.
  - DETECTABILIDAD La detección de todos los parámetros que contempla el método de medición.
2. Realizar un análisis comparativo, para los casos en que se pueda comprobar técnicamente, de las ventajas y desventajas del método propuesto, con relación al método de medición vigente.
3. Realizar un análisis costo beneficio de la aplicación del método de prueba propuesto, contra el método que determina la NOM vigente.

#### 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

A continuación se describen las actividades que integran el estudio para determinar si el método de medición propuesto para la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 es apropiado para evaluar en **Zonas Residenciales** la conformidad del cumplimiento con la regulación propuesta. Específicamente, el presente documento, integra la primera actividad, es decir el programa de selección de sitios para **Zonas Residenciales** donde se efectuarán las mediciones del nivel sonoro.

1. Programa de selección de sitios donde se efectuarán las mediciones de nivel sonoro identificando las características del sitio, las zonas seleccionadas, así como las especificaciones técnicas de cada medición y el personal que llevará a cabo y supervisará los trabajos, considerando los supuestos que se señalan en el anteproyecto de modificación de la NOM.
2. Llevar a cabo las mediciones de nivel sonoro en campo conforme al programa desarrollado.
3. Elaborar un comparativo, para los casos en que se pueda comprobar técnicamente, de las ventajas y desventajas del método propuesto, con relación al método de medición de la NOM vigente.
4. Elaborar el informe de resultados que contenga la siguiente información.
  - i. Las observaciones y comentarios basados en la experiencia de las mediciones realizadas.
  - ii. El informe de resultados de las mediciones de nivel sonoro basado en los atributos técnicos del método de medición (aplicabilidad, especificidad, exactitud, precisión y detectabilidad).
  - iii. Comparativo de ventajas y desventajas del método propuesto, con relación al método de medición de la NOM vigente.
  - iv. Sugerencias de ajustes o modificaciones al método de medición.
  - v. Resumen ejecutivo de resultados
  - vi. El total de las fuentes de información que sirvieron como base del estudio.
5. Desarrollar un análisis del costo beneficio de la aplicación del método de prueba propuesto contra el método que determina la NOM vigente.

#### 5. PROGRAMA DE SELECCIÓN DE SITIOS

El trabajo de campo del estudio propuesto en este documento, comprende realizar mediciones representativas en 3 (tres) ciudades diferentes dentro de la República Mexicana. Para cada ciudad se han seleccionado 2 (dos) sitios diferentes, del tipo **Zona Residencial**, es decir instalaciones comerciales y de servicios que emiten ruido hacia el exterior del predio o recinto por el aire, muros y/o por el suelo, y que pueden afectar a hospitales, hoteles y otros lugares construidos con la finalidad de que personas pernocten en ellos (numerales 4.23 y 5.1 del proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994).

Las mediciones serán efectuadas por 3 (tres) laboratorios de ensayos acreditados por una

entidad de acreditación en la rama de fuentes fijas para realizar las pruebas descritas en la NOM-081-SEMARNAT-1994.

Cada laboratorio en cada sitio seleccionado efectuará las mediciones de nivel sonoro, siguiendo la metodología propuesta en el proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994) la cual se muestra en el **anexo A** de este documento.

Las evaluaciones se harán de manera que los tres laboratorios efectúen las mediciones al mismo tiempo, y las mediciones se harán siguiendo las especificaciones del numeral 5.2 del proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, lo cual se indica a continuación.

*5.2 La determinación del nivel sonoro total corregido emitido por la fuente fija se debe llevar a cabo en los horarios o tiempos en los que se efectúe la mayor actividad de la fuente emisora de ruido.*

*5.2.1 Si la actividad generadora de ruido se realiza en días específicos, la determinación del nivel sonoro total corregido se debe efectuar cuando se lleve a cabo tal actividad.*

*5.2.2 En las zonas residenciales, industriales y comerciales, las determinaciones del nivel sonoro se tendrán que efectuar antes o después, ya sea de las 06:00, o bien, de las 22:00; es decir, no se realizarán mediciones en las horas límite.*

## **5.1. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO**

Como el enfoque de este estudio es realizar las evaluaciones descritas en **Zonas Residenciales**, se seleccionaron 3 (tres) sitios representativos dentro de la República Mexicana que fueran ciudades con la mayor población de su estado y que su infraestructura tuviese bienes y servicios con soporte funcional a la comunidad.

Por otro lado, de acuerdo al numeral 6.4.1 (a) de la Propuesta de Anteproyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Los hospitales, hoteles y otros lugares construidos con la finalidad de que personas pernocten en ellos, se clasificarán como **zona residencial**.

Con base en lo anterior se seleccionaron como sitios para probar la metodología propuesta en el proyecto las ciudades de Cancún, Quintana Roo, Ciudad de México y Cuernavaca, Morelos. En cada una de estas ciudades se seleccionaron dos instalaciones comerciales y de servicios conocidos como antros los cuales pueden emitir ruido hacia el exterior del predio o recinto por el aire, muros y/o por el suelo, y que están cercanos a viviendas habitacionales.

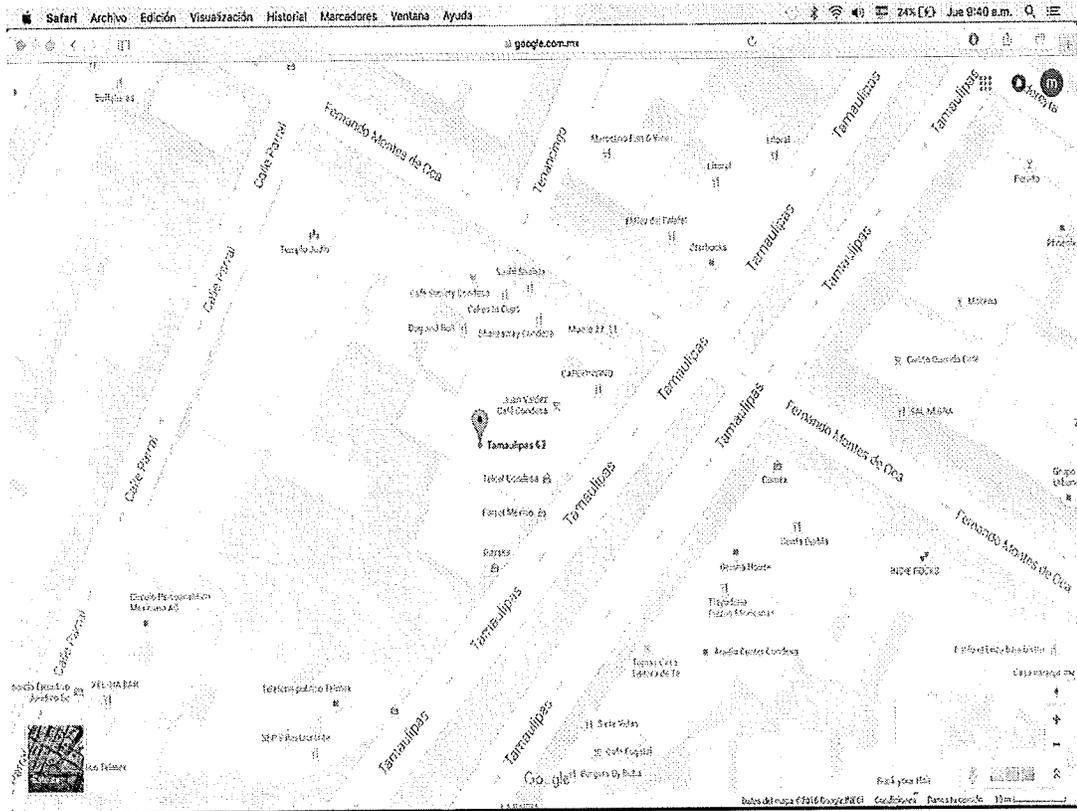
## 5.2. ZONAS SELECCIONADAS

Con base en lo anterior se seleccionaron los siguientes sitios.

Núm de sitio	Ciudad de México	Cuernavaca, Mor.	Cancún, Quintana Roo
1	Aria Av Tamaulipas No. 63 Col. Condesa, Ciudad de México.	Plaza Río Marina Av. Río Mayo No. 803 Col. Vista Hermosa, Cuernavaca, Mor.	Plaza Forum Boulevard Kukulcan Km. 9.5 No. 30, Forum By The Sea, Zona Hotelera, 77500 Cancún, Q.R.
2	Casino Life Del Valle Av. Insurgentes Sur 1288, Del Valle, Ciudad de México	Classico Cuernavaca Av. Teopanzolco No. 503 Col. Vista Hermosa, Cuernavaca, Mor.	Resort Cancun Blvd. Kukulcan KM 9, Zona Hotelera, 77500 Benito Juárez, Q.R.

### 5.2.1 UBICACIÓN DE ZONAS SELECCIONADAS

#### 1.- CDMX



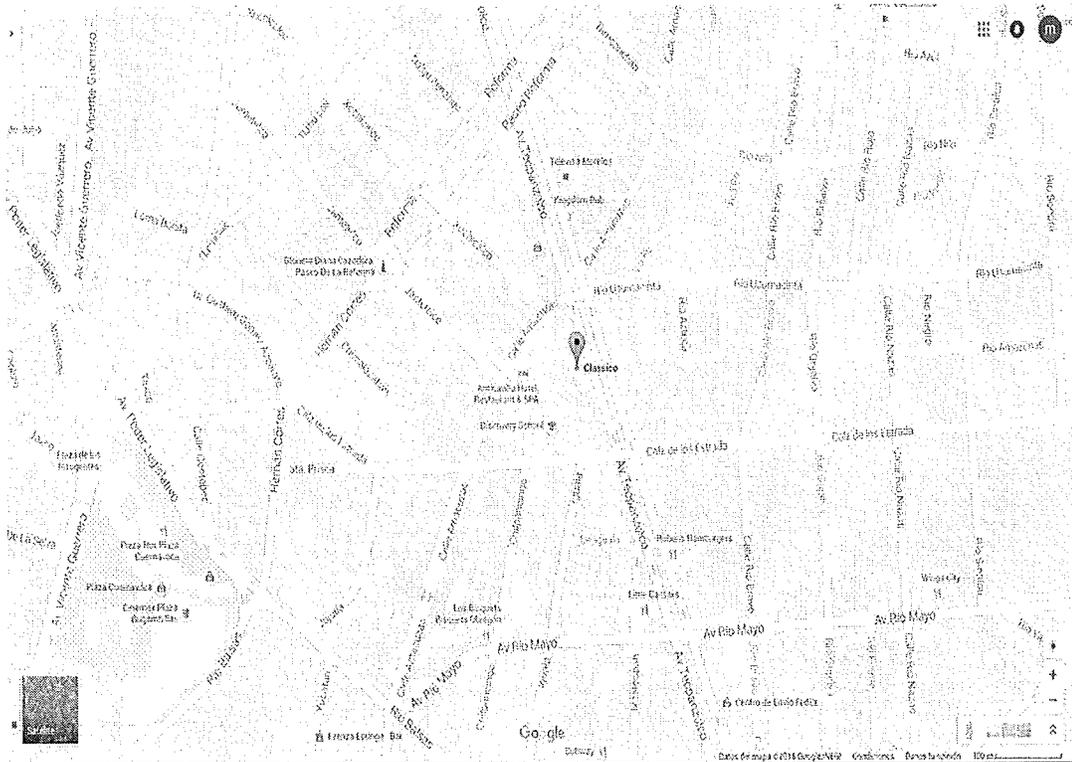
2.- CDMX



# 1.- CUERNAVACA, MORELOS

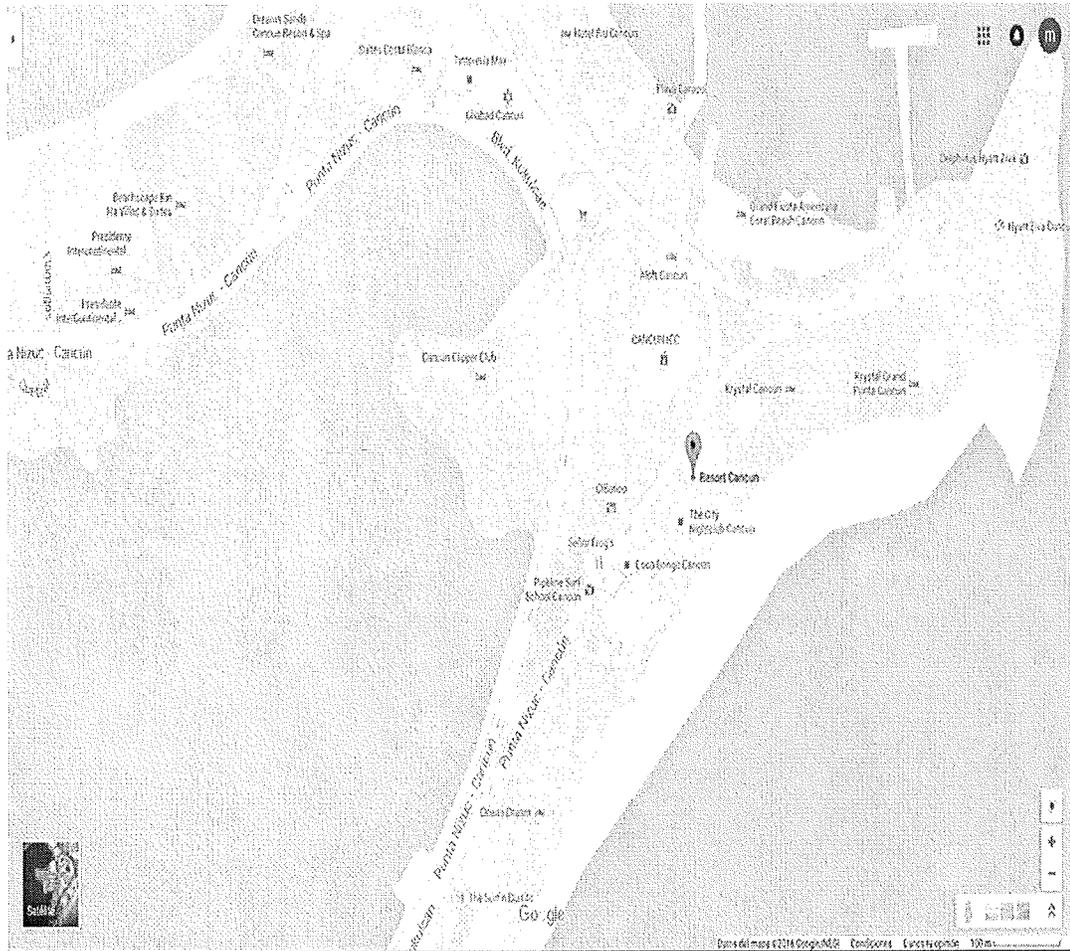


## 2.- CUERNAVACA, MORELOS





## 2.- CANCUN, QUINTANA ROO



### 5.3. PERSONAL QUE LLEVARÁ A CABO LAS MEDICIONES

Laboratorio participante	Personal
VPR Análisis Ambientales, S. A. de C. V.	Ing. José Adrián Pérez Galindo
	Ing. Javier Pacheco Mosqueda
VANAMB Vanguardia Ambiental S.A. de C.V.	Ing. Christian Fabian Romero
Análisis Ambiental S.A. de C.V.	Ing. Juan Rodríguez García
	Ing. Eduardo Torres Álva

### 5.4. PERSONAL ENCARGADO DE LA SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS

Ing. Daniel Gómez Serrano.- Ingeniero Químico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 12 años de experiencia como experto en evaluaciones de monitoreo y análisis ambientales relacionadas con emisiones a la atmósfera, suelos, ruido y agentes químicos. También es especialista en el desarrollo de estudios de riesgo, incompatibilidad de sustancias químicas, calidad del aire en interiores, estudios de capacidad de extracción; programas para la prevención de accidentes en procesos del sector químico, petroquímico, alimentos y servicios. Actualmente ocupa la Gerencia de Laboratorio de Ensayos Ambientales y de Higiene Industrial en VPR Análisis Ambientales.

### 5.5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR

- Sonómetro o instrumento de medida clase 1 o 2 conforme con las especificaciones establecidas en la norma internacional IEC 61672-1, con capacidad de análisis en bandas de 1/3 de octava desde de 20 Hz a 12.5 kHz, clase 1 o 2 conforme con las especificaciones establecidas en la norma internacional IEC 61260. El instrumento de medida debe contar con capacidad para medir simultáneamente,  $NS_{Aeq,T}$  y el espectro sonoro en bandas de 1/3 de octava en el intervalo de frecuencia referido.
- Calibrador acústico clase 1 o 2 conforme con las especificaciones establecidas en la norma internacional IEC 60942, adecuado para el instrumento de medida descrito.
- Protector o pantalla contra viento para el micrófono.
- Equipo para medición de condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura, presión atmosférica y velocidad del viento).
- Trípode
- Flexómetro

- Formatos de campo (ver **anexo B**).

Los instrumentos de medida empleados serán calibrados por un laboratorio acreditado o por el Centro Nacional de Metrología. Los certificados de calibración no tendrán una antigüedad mayor a un año para el calibrador acústico y no mayor a dos años para los otros instrumentos de medida requeridos por esta Norma Oficial Mexicana.

## **6. ANEXOS**

Anexo A.- Método a aplicar con base en el proyecto de modificación de la NOM 081 SEMARNAT 1994

Anexo B.- Formatos de campo

**Anexo A.**  
**Método a aplicar con base en el proyecto de modificación de la NOM 081**  
**SEMARNAT 1994**

**6.1 INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

**6.1.1 EQUIPOS PARA MEDICIONES ACÚSTICAS**

**6.1.1.1** SONÓMETRO O INSTRUMENTO DE MEDIDA CLASE 1 O 2 CONFORME CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA INTERNACIONAL IEC 61672-1, CON CAPACIDAD DE ANÁLISIS EN BANDAS DE 1/3 DE OCTAVA DESDE DE 20 Hz A 12.5 KHz, CLASE 1 O 2 CONFORME CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA INTERNACIONAL IEC 61260. EL INSTRUMENTO DE MEDIDA DEBE CONTAR CON CAPACIDAD PARA MEDIR SIMULTÁNEAMENTE,  $NS_{Aeq,T}$  Y EL ESPECTRO SONORO EN BANDAS DE 1/3 DE OCTAVA EN EL INTERVALO DE FRECUENCIA REFERIDO.

**6.1.1.2** Las redes de ponderación en frecuencia A y Z, y las constantes de integración rápida (F) y lenta (S), son parámetros que deben incluir los sonómetros, o instrumentos de medida a emplear para llevar a cabo las mediciones descritas en esta Norma Oficial Mexicana.

**6.1.1.3** El micrófono empleado con el instrumento de medida ha de ser el recomendado por el fabricante de éste último.

**6.1.1.4** Calibrador acústico clase 1 o 2 conforme con las especificaciones establecidas en la norma internacional IEC 60942, adecuado para el instrumento de medida descrito en 6.1.1.

**6.1.1.5** Protector o pantalla contra viento para el micrófono. La pantalla debe ser la recomendada por el fabricante del instrumento de medida empleado, en otro caso se debe contar con una evaluación de los efectos de ésta en la lectura del instrumento de medida empleado.

**6.1.2 EQUIPOS de soporte y accesorios**

**6.1.2.1** Equipo para medición de condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura, presión atmosférica y velocidad del viento).

**6.1.2.2** Trípode, u otro sistema de soporte, para colocar el equipo de medida o el micrófono (en este caso se requerirá de un cable de extensión).

**6.1.2.3** Dispositivo para medir distancia.

## **6.2 CALIBRACIÓN, AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN**

### **6.2.1 TRAZABILIDAD DE LOS RESULTADOS.**

**6.2.1.1** Los instrumentos de medida empleados deberán ser calibrados por un laboratorio acreditado o por el Centro Nacional de Metrología. Los certificados de calibración no deben tener una antigüedad mayor a un año para el calibrador acústico y no mayor a dos años para los otros instrumentos de medida requeridos por esta Norma Oficial Mexicana.

### **6.2.2 INTERVALOS MÁXIMOS PARA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS**

El sonómetro o instrumento de medida; con el cable de extensión incluido, según sea el caso, se debe ajustar mediante el calibrador acústico, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, previo a la realización de cualquier medición.

### **6.2.3 VERIFICACIÓN EN CAMPO**

La verificación del equipo se debe repetir cada hora cuando las mediciones se realicen en exteriores y cada tres horas cuando se lleven a cabo en interiores; así como al terminar las mediciones completas para la fuente fija.

### **6.2.4 ESTABILIDAD DEL SONÓMETRO O INSTRUMENTO DE MEDIDA**

Si la diferencia entre el ajuste y la verificación o dos verificaciones sucesivas es superior a 0.5 dB, se debe repetir al menos la última sesión de mediciones.

## **6.3 PARÁMETROS A MEDIR**

En cada posición de medición seleccionada se deben medir los siguientes parámetros:

### **(a) Espectro sonoro en bandas de 1/3 de octava.**

Nivel sonoro promediado en tiempo para cada una de las bandas de un tercio de octava en el intervalo de frecuencia de 20 Hz a 12.5 kHz, con la red de ponderación en frecuencia lineal (Lineal o Z).

### **(b) Nivel sonoro promediado en tiempo en ponderación A ( $NS_{Aeq,T}$ )**

Los tiempos de medida serán:

- (i)** Para el caso de mediciones preliminares, en cada colindancia, el tiempo de medida deberá ser como mínimo de 1 min, para el caso de ruido estable; de 3 min para el caso de ruido inestable y de 5 min para el caso de ruido que contenga impulsos.
- (ii)** Para el caso de mediciones definitivas en cada zona de medición identificada, el tiempo podrá seleccionarse de modo que el producto del número de puntos de medida y el tiempo de medida sea de al menos 15 minutos totales, independientemente del tipo de ruido. El tiempo de medida debe ser constante para todos los puntos seleccionados.

## **6.4 RECONOCIMIENTO INICIAL**

El reconocimiento inicial se debe realizar de manera previa a la determinación del nivel sonoro total corregido presente en cada colindancia. El propósito es recabar información

técnica y administrativa de la fuente fija; así como para identificar la ubicación de los puntos de medida en cada colindancia a la que se tenga acceso. Es recomendable realizar un recorrido por la periferia de la fuente fija, con la finalidad de identificar la naturaleza de cada colindancia, los puntos de acceso y las ubicaciones potenciales de los puntos de medición.

#### **6.4.1 REGISTRO DE INFORMACIÓN**

La información a recabar se describe a continuación, y podrá registrarse en el formato A-1, incluido en el Apéndice A de esta Norma Oficial Mexicana o uno similar.

- (a) Croquis que muestre los límites del espacio ocupado por la fuente fija, así como su ubicación en relación con el tipo de colindancias que la circundan; incluyendo la descripción de éstas y la identificación del tipo de medidas que deben realizarse, ya sea en exteriores o interiores. Los límites podrán estar definidos en el plano que delimita la propiedad para el caso de las fuentes fijas.

En caso de existir colindancias inaccesibles; ya sea por cuestiones de seguridad del personal y/o del instrumento; o bien, debido a la negativa o ausencia de los propietarios para conceder el acceso; se deben incluir en el informe las razones por las que no fue posible realizar mediciones en ellas.

Los campos o terrenos sin construcción colindantes con la fuente fija, se considerarán como zona industrial y comercial, salvo que en la autorización del uso de suelo correspondiente a ellos, se indique que están destinados a otro tipo de uso (habitacional, escolar, etc.).

Si la colindancia inmediata a la fuente fija corresponde a una vialidad, se debe de considerar el tipo de colindancia que se encuentre inmediatamente después de la vialidad en cuestión.

Los hospitales, hoteles y otros lugares construidos con la finalidad de que personas pernocten en ellos, se clasificarán como zona residencial.

- (b) Descripción de las actividades potencialmente ruidosas de la fuente fija. En la medida de lo posible, incluir un croquis interno de la fuente fija en el que se ubique el equipo, la maquinaria y/o los procesos emisores de ruido.

Recabar información acerca de la posibilidad de que la fuente fija sea apagada, por un periodo de tiempo suficiente, para la realización de las mediciones de ruido de fondo. En caso contrario se deberá establecer el criterio que se ha de aplicar para considerar esta corrección, de acuerdo con 6.5.3.

- (c) Incluir la fecha aproximada de inicio de operaciones de la fuente fija evaluada, así como la correspondiente al establecimiento de las colindancias actuales, información que debe proporcionar la autoridad interesada.

Cuando no se disponga de información detallada sobre la fuente fija y/o sobre las

colindancias de ésta, se registrará únicamente la información disponible y se incluirán las anotaciones en relación con la ausencia de información adicional o la imposibilidad para obtenerla.

#### **6.4.2 MEDICIÓN PRELIMINAR**

Con el instrumento de medida, habiendo sido ajustado previamente con el calibrador acústico. En cada colindancia identificada, de acuerdo con la Tabla 1, se ha de seleccionar al menos un punto de medición representativo, preferentemente aquél donde se identifiquen los niveles sonoros mayores. La posición de medición del micrófono se ha de ubicar de acuerdo a las indicaciones dadas en (6.5.2.1) o (6.5.2.2), según se trate de mediciones en exteriores o interiores, respectivamente.

En cada punto se deben medir, según el tipo de ruido, durante el tiempo:

- (a) Nivel sonoro promediado en tiempo en ponderación A.
- (b) Espectro sonoro en ponderación Z, en bandas de 1/3 de octava desde 20 Hz hasta 12.5 kHz.
- (c) Para este caso no se realizará la corrección por ruido de fondo. Aunque, sí se debe documentar la existencia de fuentes sonoras externas a la fuente fija, que pudieran influir el nivel sonoro medido.

Cuando el campo acústico cambie en una misma colindancia; por ejemplo, si el tipo de ruido emitido por la fuente fija varía y los niveles sonoros cambian más de 5 dB; o si existen cambios en la composición del ruido, al identificar la presencia de impulsos, contribuciones de baja frecuencia o componentes tonales, se recomienda ubicar más de una zona de medición en una misma colindancia.

#### **6.4.3 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE MEDICIÓN**

Habiendo realizado la medición preliminar descrita en 6.4.2, se debe proceder a obtener, para cada uno de los casos, el nivel sonoro total corregido, conforme a lo descrito en los numerales 6.5 a 6.8, omitiendo la corrección por ruido de fondo; calculando las correcciones siguientes:

- (a) Correcciones por mediciones en exteriores, numeral 6.5.2.1.
- (b) Correcciones por mediciones en interiores, numeral 6.5.2.2.
- (c) Corrección por presencia de tonos emergentes en el ruido,  $K_t$ , numeral 6.7.2.
- (d) Corrección por presencia de ruido de baja frecuencia,  $K_f$ , numeral 6.7.3.
- (e) Corrección por presencia de impulsos,  $K_i$ , numeral 6.7.4.
- (f) Corrección por antigüedad,  $K_A$ , numeral 6.7.5.

Los resultados obtenidos para cada colindancia se deben registrar en el formato A-2, incluido en el Apéndice A de esta Norma Oficial Mexicana, o uno similar.

En todos los casos en que el nivel sonoro total corregido, obtenido de la medición preliminar descrita, sea superior a los niveles establecidos en la Tabla 1, o sea inferior a éstos por menos 3 dB; se deberá designar a la colindancia asociada con esta posición

como zona de medición.

Cuando la diferencia entre el nivel sonoro total corregido para cada colindancia sea menor que el límite máximo permisible correspondiente especificado en la Tabla 1, por al menos 3 dB, se deberá documentar en el informe, que en ninguna de las colindancias que circundan la fuente fija bajo estudio se exceden los límites máximos permisibles, para el horario de medición que corresponda.

#### **6.5 MEDICIONES EN ZONA DE MEDICIÓN**

Las mediciones realizadas se documentarán en el formato A-3, incluido en el Apéndice A de esta Norma Oficial Mexicana, o uno similar. Durante la realización de las mediciones en campo, se debe observar lo siguiente:

- (a) **Condiciones ambientales.** No se deben realizar mediciones, o se deben suspender si están en proceso, en la presencia de lluvia, humedad extrema, polvo, o temperaturas fuera del intervalo de uso recomendado por el fabricante de los equipos de medición empleados.
- (b) **Velocidad del viento.** No debe superar los 5 m/s en las posiciones de medición.
- (c) **Eventos esporádicos.** Durante la realización de las mediciones se deben reportar aquellos fenómenos ocasionales, tanto los generados por la fuente fija evaluada, como por otras fuentes que puedan afectar las mediciones.

El paso de transportes (ferroviario, aéreo o carretero, etc.), que es ajeno a la fuente fija evaluada, es un ejemplo de evento esporádico, el cual no debe ser considerado durante las mediciones, por lo que, en caso de que éste se presente, será necesario repetir la medición, al menos para la posición de micrófono que haya sido afectada.

##### **6.5.1 ZONAS DE MEDICIÓN**

Con base en la información obtenida en el numeral 6.4.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, se procederá a la ubicación de las zonas de medición, para lo cual se han de tener en cuenta los siguientes aspectos:

**6.5.1.1.1** Se seleccionarán un mínimo de 3 puntos de medida. El tiempo de medición, idéntico para todos los puntos, se debe seleccionar de modo que se alcancen al menos 15 min por zona de medición.

**6.5.1.1.2** Cuando se identifique una zona de medición, independientemente de su longitud, se debe tener en cuenta que las posiciones de medición seleccionadas sean representativas de la misma y que éstas se ubiquen en un espacio en el que las características del campo sonoro sean relativamente uniformes. El número de puntos de medida debe ser igual o mayor que la diferencia entre los niveles sonoros ponderados en tiempo máximo y mínimo, observados para la zona de medición.

**6.5.1.1.3** Cuando se trate de una fuente fija que genere ruido de naturaleza

inestable, o impulsivo, el horario de medición ha de coincidir con aquél intervalo de tiempo en que la fuente fija genere los niveles sonoros más altos.

## **6.5.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN**

### **6.5.2.1 MEDICIONES EN EXTERIORES**

Para cada zona de medición se debe observarlo siguiente:

**6.5.2.1.1** Los micrófonos deben ubicarse en los límites del predio en el que se encuentra la fuente fija.

**6.5.2.1.2** En la ubicación de los puntos de medición, se debe procurar que las características del campo acústico sean relativamente equivalentes (tipo de ruido y componentes presentes) entre los distintos puntos de medición.

**6.5.2.1.3** Las posiciones de medición de los micrófonos, independientemente de su número, deben estar separadas uniformemente. La distancia entre dos posiciones de micrófono no debe ser menor a 0.7 m.

**6.5.2.1.4** Cuando no existan elementos constructivos que delimiten la fuente fija; el micrófono se debe colocar a una altura de  $(1.5 \pm 0.1)$  m del piso, para el caso en que la colindancia esté conformada principalmente por construcciones de un piso. Si las construcciones presentes en la colindancia son de varios pisos, el micrófono debe colocarse a una altura de  $(4.0 \pm 0.5)$  m del piso.

**6.5.2.1.5** Entre la fuente fija y la posición del micrófono (receptores potenciales) se debe evitar la presencia de elementos constructivos que representen una barrera acústica; para esto, se deben seleccionar posiciones de micrófono con alturas superiores a un metro (como mínimo); por ejemplo, en bardas limítrofes de la fuente fija.

Para considerar que se presenta el efecto de barrera acústica, la dimensión normal a la línea imaginaria entre el punto de medición y la fuente sonora, ha de ser mayor que la longitud de onda de la frecuencia nominal de la banda de un tercio de octava de interés.

**6.5.2.1.6** Para determinar la primera banda de un tercio de octava, que resulta significativa en la evaluación, se deben obtener las correcciones por componentes tonales emergentes y por presencia de ruidos de baja frecuencia. La frecuencia central de esta banda debe considerarse para determinar la longitud de los elementos constructivos que pueden producir el efecto de barrera acústica entre la fuente fija y la ubicación del micrófono.

**6.5.2.1.7** Se debe evitar la presencia de elementos constructivos externos a la fuente fija a distancias menores a 3.5 m de la posición del micrófono.

Cuando lo anterior no sea posible y el micrófono se ubique entre 0.5 m y 2 m de una

fachada exterior a la fuente fija, se ha de restar 3 dB del nivel total medido.

Si el micrófono tuviera que colocarse pegado a la pared de la fachada en donde se realiza la evaluación; por ejemplo, la fuente fija no posee barda limítrofe o si la pared de la colindancia es más alta que la de la fuente fija y ésta se encuentra inmediatamente en límite de la fuente fija, se ha de aplicar una resta de 6 dB al nivel sonoro medido; siempre que en la colindancia en cuestión no aplique la medición en interiores; sino que se trate de un espacio abierto, como patios, parques o zonas de recreo.

#### **6.5.2.2 MEDICIONES EN INTERIORES**

Las mediciones en interiores se llevan a cabo cuando las colindancias que limitan con la fuente fija corresponden a zonas habitacionales, escolares, oficinas u otras en las que existen recintos inmediatos en los que los muros de la colindancia y/o de la fuente fija se encuentren ubicados justo en los límites de las propiedades respectivas.

Para habitaciones con volúmenes menores a 300 m<sup>3</sup>, se deberá considerar lo que se describe en este numeral. En caso de que el volumen del recinto sea mayor, será apropiado el uso de un mayor número de posiciones de micrófono.

**6.5.2.2.1** Se debe recabar información acerca de la naturaleza de los elementos constructivos comunes por parte de la fuente fija y del recinto receptor, por ejemplo, dimensiones y, de ser posible, el material y acabados de los mismos.

**6.5.2.2.2** En el interior del recinto que comparte la colindancia con la fuente fija, se seleccionan al menos tres posiciones discretas de micrófonos, distribuidas uniformemente en el área del propio recinto, dando prioridad a las zonas en las que las personas afectadas se encuentran (actual o potencialmente).

**6.5.2.2.3** Las ventanas y puertas del recinto se deben encontrar cerradas.

**6.5.2.2.4** Si se detecta la presencia de ruido de baja frecuencia, una de las tres posiciones de micrófono deberá ubicarse en una esquina. La posición próxima a la esquina se encontrará a 0.5 m de todas las superficies del recinto, en la esquina con las paredes más pesadas y sin aperturas (puertas, ventanas, tragaluces, entradas/salidas de aire, etc.) cercanas por menos a 0.5 m.

**6.5.2.2.5** Las otras posiciones se deben colocar al menos 0.5 m de las paredes, del techo o del piso y al menos a 1 metro de los elementos que puedan transmitir significativamente el sonido, tales como ventanas, puertas o entradas de aire; de preferencia, en posiciones cercanas a donde se localiza el nivel medio de la cabeza de las personas que regularmente se encuentran en el recinto.

**6.5.2.2.6** La distancia entre las posiciones vecinas de micrófonos debe ser de al menos 0.7 m.

**6.5.2.2.7** Si en la medición preliminar, no se identifica la presencia de tonos o componentes tonales generados por la fuente fija, ni la presencia de ruido de baja

frecuencia, será suficiente el emplear sólo una posición del micrófono.

**6.5.2.2.8** Si el recinto en el que se realizan las mediciones cuenta con tratamiento acústico o se encuentra amueblado para condiciones de uso normales, no se realizan correcciones adicionales a los niveles sonoros medidos.

**6.5.2.2.9** Si el recinto se encuentra vacío y sin tratamiento acústico se deberán restar 3 dB de los niveles sonoros medidos.

**6.5.2.2.10** Dependiendo de la naturaleza de los elementos constructivos comunes, a los niveles totales corregidos se han de aplicar las compensaciones siguientes:

- (a) Cuando sólo exista un elemento constructivo y éste sea propiedad del recinto receptor, se agregarán 15 dB al nivel corregido total de fuente fija.
- (b) Cuando sólo exista un elemento constructivo y éste sea propiedad de la fuente fija, no se agregará compensación alguna.
- (c) Cuando en la colindancia existan dos elementos constructivos, uno perteneciente a la fuente fija y otro al recinto receptor, se agregarán 9 dB, al nivel corregido total de la fuente fija.

### **6.5.3 MEDICIONES DEL RUIDO DE FONDO**

**6.5.3.1** En las mismas posiciones descritas en los numerales 6.5.2.1 y 6.5.2.2 de esta Norma Oficial Mexicana, según corresponda, se han de repetir las mediciones realizadas, cuando la fuente fija evaluada se encuentre apagada. Para este caso el tiempo de medición en cada punto será únicamente de 1 min.

**6.5.3.2** Cuando por razones de operación no sea posible apagar la fuente fija, se aplican los criterios siguientes:

- (a) Emplear resultados de mediciones en otros puntos. Se podrán ubicar puntos de medición en los que la influencia de la fuente fija no sea perceptible, y en los que, además, la presencia de fuentes sonoras externas sea similar a las presentes en la zona de medición. En este caso, el responsable de la evaluación podrá utilizar valores medidos en estas posiciones, similares a la zona de medición evaluada. Se debe incluir en el informe la justificación técnica correspondiente.
- (b) Considerar que el ruido de fondo es despreciable, comparado con el generado por la fuente fija. En este caso, se debe procurar que las fuentes sonoras externas a la fuente fija se encuentran apagadas mientras realiza la medición del ruido de fuente fija. En cualquier caso se deberá documentar en el informe los argumentos correspondientes para aplicar este criterio.

## 6.6 NIVEL SONORO TOTAL DE FUENTE FIJA Y RUIDO DE FONDO

### 6.6.1 NIVELES TOTALES DE BANDA ANCHA

En cada una de las zonas de medición identificadas, se ha de obtener un nivel sonoro total, tanto para la evaluación de la fuente fija,  $NS_{ZM}$ , como para el ruido de fondo,  $NS_{RF}$ :

$$NS_{ZM} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\left( \frac{NS_{Aeq,T,FF,i}}{10} \right)} \right] \quad (1a)$$

$$NS_{RF} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\left( \frac{NS_{Aeq,T,RF,i}}{10} \right)} \right] \quad (1b)$$

donde:

$N$  : Número de posiciones de micrófono medidas en cada zona de medición.

$NS_{Aeq,T,FF,i}$  : Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A, medido en cada posición,  $i$ , de micrófono, corregido de acuerdo con los criterios dados en 6.5.2.1 o 6.5.2.2, según corresponda, con la fuente fija operando.

$NS_{Aeq,T,RF,i}$  : Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A, medido en cada posición,  $i$ , de micrófono, corregido de acuerdo con los criterios dados en 6.5.2.1 o 6.5.2.2, según corresponda, con la fuente fija apagada.

### 6.6.2 NIVELES MEDIDOS EN BANDA DE UN TERCIO DE OCTAVA.

El proceso descrito en el numeral 6.6.1 se debe repetir para obtener un valor total, en cada una de las bandas, del espectro sonoro medido en cada zona de medición. Es decir, para cada banda ( $f_i$ ), se obtendrá un nivel total para la fuente fija,  $NS_{ZM,f_i}$ , y para el ruido de fondo,  $NS_{RF,f_i}$ :

$$NS_{ZM,f_i} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{\left( \frac{NS_{Zeq,T,FF,f_i,j}}{10} \right)} \right] \quad (2a)$$

$$NS_{RF,f_i} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{\left( \frac{NS_{Zeq,T,RF,f_i,j}}{10} \right)} \right] \quad (2b)$$

donde:

$N$  : Número de ubicaciones de micrófono medidas en cada zona de

medición.

$NS_{Zeq,T,FF,f_i,j}$  : Niveles sonoros continuos equivalentes medidos en cada posición,  $j$ , de micrófono, para cada banda de frecuencia,  $f_i$ , con la fuente fija operando.

$NS_{Zeq,T,RF,f_i,j}$  : Niveles sonoros continuos equivalentes medidos en cada posición,  $j$ , de micrófono, para cada banda de frecuencia,  $f_i$ , con la fuente fija apagada.

## 6.7 CORRECCIONES

Las correcciones consideradas en esta Norma Oficial Mexicana incluyen: ruido de fondo, presencia de ruido de baja frecuencia, tonos emergentes e impulsos, así como la atenuación en el establecimiento de la fuente fija y del receptor.

### 6.7.1 CORRECCIÓN POR RUIDO DE FONDO

#### 6.7.1.1 NIVELES TOTALES DE BANDA ANCHA

El nivel total de banda ancha medido, por cada zona, corregido por ruido de fondo,  $NS_{ZM,RF}$  se obtendrá conforme al criterio a la Tabla 2.

**TABLA 2. CORRECCIONES POR RUIDO DE FONDO DE LAS MEDICIONES EN BANDA ANCHA**

CRITERIO		NIVEL DE FUENTE FIJA CORREGIDO POR RUIDO DE FONDO
$NS_{ZM} - NS_{RF} > 3 \text{ dB}$		$NS_{ZM,RF} = 10 \lg \left[ 10^{\left( \frac{NS_{ZM}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{NS_{RF}}{10} \right)} \right]$ (3)
$NS_{ZM} - NS_{RF} \leq 3 \text{ dB}$	$NS_{RF} \leq LMP$	La medición no es aplicable y se deberá reportar en el informe la medición obtenida, así como las condiciones en las que se realizó la misma.
	$NS_{RF} > LMP$	Se deberá repetir la medición, por lo menos una vez, en condiciones de ruido de fondo ( $NS_{RF}$ ) menor; asegurando que las condiciones de operación de la fuente fija sean las normales. En el caso de repetición, se debe incluir en el informe de medición las condiciones en las que se realizaron.

LMP: Es el valor del límite máximo permitido que aparece en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana y su valor de comparación deberá corresponder al horario en el que se realizó la medición.

### 6.7.1.2 NIVELES MEDIDOS EN BANDA DE UN TERCIO DE OCTAVA

El nivel sonoro medido en cada banda de un tercio de octava, corregido por ruido de fondo,  $NS_{ZM,RF,fi}$  se obtendrá conforme al criterio dado en la Tabla 3.

**TABLA 3. CORRECCIONES DE RUIDO DE FONDO PARA LAS MEDICIONES EN BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA**

CRITERIO	NIVEL DE FUENTE FIJA CORREGIDO POR RUIDO DE FONDO
$NS_{ZM,fi} - NS_{RF,fi} > 3 \text{ dB}$	$NS_{ZM,RF,fi} = 10 \lg \left[ 10^{\left( \frac{NS_{ZM,fi}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{NS_{RF,fi}}{10} \right)} \right] \quad (4)$
$NS_{ZM,fi} - NS_{RF,fi} \leq 3 \text{ dB}$	<p>Implica que el nivel de ruido de fondo presenta un valor mayor o igual que el de la fuente fija.</p> <p>Debe tenerse en cuenta lo siguiente:</p> <p>(a) Para realizar el análisis de las bandas de frecuencia adyacentes se mantendrá el valor:</p> $NS_{ZM,RF,fi} = NS_{RF,fi} \quad (5)$ <p>(b) Si esta banda resultara cumplir con el criterio de componente tonal emergente, no será considerada como tal, para determinar la corrección correspondiente.</p> <p>(c) Si se tratara de una banda de baja frecuencia, esta banda no ha de considerarse dentro del cálculo de la determinación de la corrección por presencia de componentes de baja frecuencia.</p>

### 6.7.2 CORRECCIÓN POR PRESENCIA DE TONOS EMERGENTES EN EL RUIDO.

#### 6.7.2.1 A PARTIR DE LA MEDICIÓN DEL ESPECTRO SONORO EN BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA.

Este método es aplicable para el caso en que los tonos presenten frecuencias estables y sean claramente perceptibles sensorialmente. Para identificar la presencia de componentes tonales emergentes se analizará el espectro total promediado temporal y espacialmente, corregido por ruido de fondo de acuerdo con el numeral 6.7.1.2; pudiendo presentarse dos condiciones:

- (a) Tonos con frecuencia fija, observados en una única banda de un tercio de octava:

Se debe identificar las bandas de un tercio de octava en las que exista una diferencia con las dos bandas adyacentes, de acuerdo con la ecuación (6).

$$Dif_{f_i} = NS_{ZM,RF,f_i} - \left( \frac{NS_{ZM,RF,f_{i-1}} + NS_{ZM,RF,f_{i+1}}}{2} \right) \quad (6)$$

donde:

$Dif_{f_i}$  : Diferencia entre los niveles sonoros del espectro corregidos por ruido de fondo entre la banda con frecuencia central  $f_i$  y las bandas adyacentes, inferior con frecuencia  $f_{i-1}$  y banda superior con frecuencia  $f_{i+1}$

- (b) Tonos con frecuencia fija o variable, o ruidos de banda angosta entre dos bandas adyacentes, observados en dos bandas de un tercio de octava:

Cuando se presente el caso de un tono de cuya frecuencia se ubica en el límite de dos bandas de un tercio de octava, ya sea de frecuencia fija o con variaciones; o bien, se trate de un ruido de banda angosta que pueda ser considerado como tono; y que, en cualquier caso sea perceptible, se procederá como sigue:

- (i) Obtener el valor total del tono, sumando en términos de energía las dos bandas contiguas observadas como emergentes en el espectro sonoro medido.

$$NS_{ZM,RF,Tot,f_i+f_{i+1}} = 10 \lg \left[ 10^{\left( \frac{NS_{ZM,RF,f_i}}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{NS_{ZM,RF,f_{i+1}}}{10} \right)} \right] \quad (7a)$$

- (ii) Obtener la diferencia del valor asociado con la componente tonal emergente respecto de las bandas adyacentes:

$$Dif_{f_i+f_{i+1}} = NS_{ZM,RF,Tot,f_i+f_{i+1}} - \left( \frac{NS_{ZM,RF,f_{i-1}} + NS_{ZM,RF,f_{i+2}}}{2} \right) \quad (7b)$$

donde:

$Dif_{f_i+f_{i+1}}$  : Diferencia entre los niveles sonoros del espectro corregidos por ruido de fondo obtenidos para las bandas con frecuencias centrales  $f_i$ , y  $f_{i+1}$  y las bandas adyacentes, inferior con frecuencia  $f_{i-1}$  y banda superior con frecuencia  $f_{i+2}$

La corrección en función de la diferencia, ya sea  $Dif_{f_i}$ , o  $Dif_{f_i+f_{i+1}}$  para los diferentes intervalos de frecuencia corresponderá con lo indicado en la Tabla 4.

**TABLA 4. CORRECCIONES POR PRESENCIA DE TONOS EMERGENTES, CONSIDERANDO MEDICIONES DEL ESPECTRO SONORO EN BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA, EN EL INTERVALO DE 20 Hz A 12.5 kHz.**

INTERVALO DE FRECUENCIA.	DIFERENCIA MÍNIMA CON AMBAS BANDAS ADYACENTES [dB].	CORRECCIONES, $K_i$ [dB].
25 Hz a 125 Hz	$Dif < 8$	0
	$8 \leq Dif \leq 15$	3
	$Dif > 15$	6
160 Hz a 400 Hz	$Dif < 5$	0
	$5 \leq Dif \leq 8$	3
	$Dif > 8$	6
500 Hz a 10 kHz	$Dif < 3$	0
	$3 \leq Dif \leq 5$	3
	$Dif > 5$	6

En el supuesto de identificarse más de un tono en el espectro sonoro medido, se aplicará solamente la corrección de mayor valor, que supere la siguiente condición:

Para aplicar la corrección por presencia de componentes tonales emergentes, definida en la Tabla 4, se debe verificar que el valor del nivel sonoro de la componente tonal detectada supere el valor del umbral de audición dado en la Tabla 5.

**TABLA 5. UMBRAL DE AUDICIÓN HUMANA EN BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA.**

FRECUENCIA, [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN $UA_f$ , [dB]	FRECUENCIA [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN $UA_f$ , [dB]
20	78.5	500	4.4
25	68.7	630	3.0
31.5	59.5	800	2.2
40	51.1	1 000	2.4
50	44.0	1 250	3.5
63	37.5	1 600	1.7
80	31.5	2 000	-1.3
100	26.5	2 500	-4.2
125	22.1	3 150	-6.0
160	17.9	4 000	-5.4
200	14.4	5 000	-1.5

FRECUENCIA, [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN $UA_{f_i}$ , [dB]	FRECUENCIA [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN $UA_{f_i}$ , [dB]
250	11.4	6 300	6.0
315	8.6	8 000	12.6
400	6.2	10 000	13.9

Fuente: Norma ISO 226:2003.

#### 6.7.2.2 A PARTIR DE LA MEDICIÓN DEL ESPECTRO SONORO MEDIANTE EL USO DE FILTROS DE ANCHO DE BANDA CONSTANTE

Pueden presentarse casos en los que el tono emergente, a pesar de ser perceptible, no se identifique claramente en el espectro sonoro medido en bandas de 1/3 de octava, o bien la frecuencia de éste cambie como parte de la operación de los procesos internos de la fuente fija, y no sea posible detectar el tono emergente. En estos casos se requiere realizar una medición con técnicas que permitan una mejor identificación de las componentes tonales, como el descrito en el Apéndice B de esta Norma Oficial Mexicana.

#### 6.7.3 CORRECCIÓN POR PRESENCIA DE RUIDO DE BAJA FRECUENCIA.

A partir del espectro en bandas de un tercio de octava corregido por ruido de fondo, conforme a los criterios del numeral 6.7.1.2; el proceso para determinar la corrección por contenido de baja frecuencia es el siguiente:

- (a) En cada banda de un tercio de octava, de 20 Hz a 200 Hz, al nivel sonoro corregido por ruido de fondo de acuerdo al numeral 6.7.1.2, se ha de restar el valor del umbral de audición, dado en la Tabla 6.

**TABLA 6. UMBRAL DE AUDICIÓN HUMANA EN BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA**

FRECUENCIA, [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN, $UA_{f_i}$ , [dB]
20	78.5
25	68.7
31.5	59.5
40	51.1
50	44.0
63	37.5
80	31.5

FRECUENCIA, [Hz]	UMBRAL DE AUDICIÓN, $UA_{f_i}$ , [dB]
100	26.5
125	22.1
160	17.9
200	14.4

Fuente: ISO 226:2003

- (b) A partir de los valores resultantes se ha de obtener el valor total del contenido energético de baja frecuencia de acuerdo con la ecuación (8).

$$NS_{BF} = 10 \lg \left[ \sum_{f_i=20\text{Hz}}^{200\text{Hz}} 10^{\left( \frac{NS_{ZM,RF,f_i} - UA_{f_i}}{10} \right)} \right] \quad (8)$$

- (c) La corrección por la presencia de componentes de baja frecuencia se obtendrá de acuerdo con la Tabla 7.

**TABLA 7. CORRECCIONES POR PRESENCIA DE RUIDO DE BAJA FRECUENCIA.**

VALOR DE $NS_{BF}$ [dB]	CORRECCIÓN, $K_f$ [dB]
$NS_{BF} < 25$	0
$25 \leq NS_{BF} \leq 35$	3
$NS_{BF} > 35$	6

#### 6.7.4 CORRECCIÓN POR PRESENCIA DE RUIDO IMPULSIVO

La presencia de ruidos impulsivos que puedan afectar las actividades realizadas en el exterior de la fuente fija evaluada, deberá ser identificada por parte del personal responsable de la realización de las mediciones.

En caso de detectar la presencia de este tipo de ruido y considerarlo claramente audible y con posibilidad de afectar las actividades realizadas en el exterior de la fuente fija, se deberá agregar una corrección:  $K_I = 6$  dB.

#### 6.7.5 COMPENSACIÓN POR ANTIGÜEDAD

En el caso en que la fuente fija haya ocupado su ubicación actual antes que las colindancias actuales, se ha de aplicar una compensación al nivel corregido total de

fuerza fija de  $K_A = -6$  dB.

Para el caso en que la fuerza fija ocupe su ubicación actual después que los ocupantes de las colindancias de la misma, esta corrección será  $K_A = 0$  dB.

#### 6.8 OBTENCIÓN DEL NIVEL SONORO CORREGIDO TOTAL EMITIDO POR LA FUENTE FIJA EN CADA ZONA DE MEDICIÓN.

El nivel sonoro total corregido es el nivel sonoro correspondiente a cada zona de medición identificada, asociado con la fuerza fija evaluada, habiéndose aplicado las correcciones por ruido de fondo, por presencia de ruido de baja frecuencia, tonos emergentes, ruidos impulsivos y antigüedad, según corresponda.

El nivel sonoro total corregido emitido por la fuerza fija en cada zona de medición identificada se determina de acuerdo con la ecuación (9).

$$NS_{ZM,FF,Corr} = NS_{ZM,RF} + Correcciones \quad (9)$$

donde:

$NS_{ZM,FF,Corr}$  : Nivel sonoro total corregido de fuerza fija, en cada zona de medición, [dB]

$NS_{ZM,RF}$  : Nivel sonoro corregido por ruido de fondo para cada zona de medición, [dB].

*Correcciones* : Suma de las correcciones por presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia, presencia de ruidos impulsivos y antigüedad, en [dB], tal que:

$$Correcciones = K_t + K_f + K_I + K_A \quad (10)$$

En cualquier caso, el valor máximo de las correcciones aplicadas será de 9 dB.

#### 6.9 REGISTRO DE RESULTADOS POR ZONA DE MEDICIÓN.

Una vez realizadas las mediciones y correcciones correspondientes, los datos obtenidos se documentarán en el formato A-3, que se incluye en el Apéndice A de la presente Norma Oficial Mexicana.

Los formatos de registro con los resultados de medición se deben conservar por un periodo de 5 años, por parte de la fuerza fija evaluada.

**Anexo B**  
**Formatos de campo**

**A. 1 – DATOS GENERALES (1/2).**

<b>Consecutivo de la evaluación</b>	
-------------------------------------	--

**DATOS DEL RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN.**

<b>Nombre o razón social:</b>	
<b>Responsable de la evaluación:</b>	

**REGISTRO DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA.**

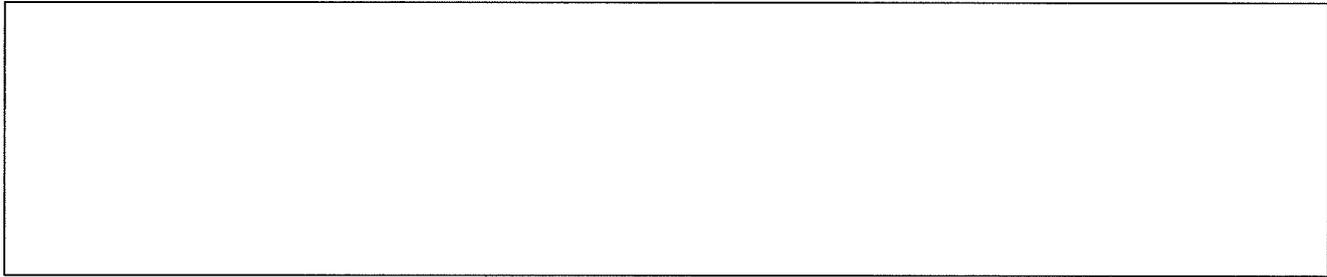
<b>Tipo de equipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>No. de Serie</b>	<b>Clase</b>	<b>Certificado</b>	<b>Fecha de calibración</b>
Sonómetro / Analizador:						
Calibrador acústico:						
Juego de filtros:						
Otros (Especifique)						

**DATOS DE LA FUENTE FIJA.**

<b>Nombre o razón social de la Fuente Fija:</b>	
<b>Representante legal de la Fuente Fija:</b>	
<b>Domicilio de la Fuente Fija</b>	
<b>Fecha de inicio de operaciones:</b>	

**DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE FIJA.**

**Croquis.** (Incluya de una manera genérica la ubicación de la fuente fija y las colindancias que la circundan – si es conveniente puede anexar esta información en un documento por separado.)



**A. 1 – DATOS GENERALES (2/2).**

**DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE FIJA.**

**Actividades.** (Describa brevemente la actividad de la fuente – incluyendo los procesos y/o fuentes sonoras en operación, los cuales representan las condiciones normales para el horario en que se realiza la evaluación de la fuente)

**Colindancias.** (Enliste las colindancias identificadas para la fuente fija).

No.	Tipo (Ver tabla 1)	Observaciones (Tipo de ruido identificado, incluir fecha aproximada de establecimiento de la colindancia, etc.)
1		



**A. 2 – MEDICIÓN PRELIMINAR (1/1)**

Colindancia No.	Fecha de establecimiento de la colindancia:		
Medición:	Fecha:	Hora de inicio / fin:	

**CONDICIONES PREVALECIENTES EN LA MEDICIÓN PRELIMINAR.**

AJUSTE INICIAL del instrumento de medida, [dB]	Condiciones ambientales			
	Presión estática [kPa]	Temperatura, [°C]	HR [%]	Velocidad del viento, [m/s]

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN PRELIMINAR.			
Frec. [Hz] Banda Ancha	Mediciones, [dB]	Umbral audición [dB]	Dif. [dB]
20		78.5	
25		68.7	
31.5		59.5	
40		51.1	
50		44.0	
63		37.5	
80		31.5	
100		26.5	
125		22.1	
160		17.9	
200		14.4	
250		11.4	
315		8.6	
400		6.2	
500		4.4	
630		3.0	
800		2.2	
1 000		2.4	
1 250		3.5	
1 600		1.7	
2 000		-1.3	
2 500		-4.2	
3 150		-6.0	
4 000		-5.4	
5 000		-1.5	
6 300		6.0	
8 000		12.6	
10 000		13.9	
12 500			
<b>NS<sub>Aeq,T</sub>:</b>			
<b>Corrección por posición (6.5.2.1 o 6.5.2.2):</b>			
<b>Fuentes sonoras externas y eventualidades:</b>			

6.7.2.1 COMPENSACIÓN TONOS.	
Frec. Central, [Hz]	Corrección observada, [dB]
(25 a 125) Hz	
(160 a 400) Hz	
(500 a 10 000) Hz	
K <sub>t</sub> [dB]:	
¿SE EMPLEÓ APÉNDICE B?:	SI: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/>
K <sub>t</sub> [dB]:	

6.7.3 COMPENSACIÓN BAJA FRECUENCIA.	
NS <sub>BF</sub> [dB]	
K <sub>f</sub> [dB]:	

6.7.4 COMPENSACIÓN IMPULSOS.	
K <sub>i</sub> [dB]:	

6.7.5 COMPENSACIÓN POR ANTIGÜEDAD.	
K <sub>A</sub> [dB]:	

6.8 NIVEL SONORO CORREGIDO.	
Correcciones, [dB]:	
NS <sub>ZM,RF</sub> [dB]:	
NS <sub>ZM,RF,Corr</sub> [dB]:	

¿SE CONSIDERA ZONA DE MEDICIÓN?	
NO: <input type="checkbox"/>	SI: <input type="checkbox"/> NÚMERO (ID) <input type="text"/>
Nombre y firma del responsable:	
_____	

A. 3 – MEDICIÓN DEFINITIVA (1/3) – NIVEL SONORO DE FUENTE FIJA.

Colindancia No / ZM No.		Fecha de establecimiento de la colindancia:	
Medición:	Fecha:		Hora de inicio:

CONDICIONES PREVALECIENTES AL INICIO DE LA MEDICIÓN.

AJUSTE INICIAL del instrumento de medida, [dB]	Condiciones ambientales			
	Presión estática, [kPa]	Temperatura, [°C]	HR, [%]	Velocidad del viento, [m/s]

MEDICIÓN CON LA FUENTE SONORA OPERANDO.										
Frec., [Hz] / Banda Ancha	Mediciones del nivel sonoro, [dB], para cada punto de medición.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20										
25										
31.5										
40										
50										
63										
80										
100										
125										
160										
200										
250										
315										
400										
500										
630										
800										
1000										
1250										
1600										
2000										
2500										
3150										
4000										
5000										
6300										
8000										
10000										
12500										
$NS_{Aeq,T}$										
Corr. Pos. (6.5.2.1 o 6.5.2.2):										
Eventualidades:										

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE:	
---------------------------------	--

**A. 3 – MEDICIÓN PRELIMINAR (2/3) – NIVEL SONORO DE FONDO.**

Colindancia No / ZM No.		Hora de término:	
-------------------------	--	------------------	--

**CONDICIONES PREVALECIENTES AL FINAL DE LA MEDICIÓN.**

VERIFICACIÓN FINAL del instrumento de medida, [dB]	Condiciones ambientales			
	Presión estática, [kPa]	Temperatura, [°C]	HR, [%]	Velocidad del viento, [m/s]

**MEDICIÓN CON LA FUENTE SONORA APAGADA.**

Frec. Central, [Hz] Banda Ancha	Mediciones del nivel sonoro, [dB], para cada punto de medición.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20										
25										
31.5										
40										
50										
63										
80										
100										
125										
160										
200										
250										
315										
400										
500										
630										
800										
1000										
1250										
1600										
2000										
2500										
3150										
4000										
5000										
6300										
8000										
10000										
12500										
<i>NS</i> <sub>Aeq,T</sub> :										
Corr. Pos. (6.5.2.1 o 6.5.2.2):										

Eventualidades:

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE:	
---------------------------------	--

A. 3 – MEDICIÓN DEFINITIVA (3/3) – RESULTADO DE ZONA DE MEDICIÓN.

Colindancia No. / ZM No.:

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN PRELIMINAR.					
Frec. Central, [Hz] Banda Ancha	Niveles totales		Corr, RF, [dB]	Umbral humano [dB]	Dif. Tonos, [dB]
	FF, [dB]	RF, [dB]			
20				78.5	
25				68.7	
31.5				59.5	
40				51.1	
50				44.0	
63				37.5	
80				31.5	
100				26.5	
125				22.1	
160				17.9	
200				14.4	
250				11.4	
315				8.6	
400				6.2	
500				4.4	
630				3.0	
800				2.2	
1000				2.4	
1250				3.5	
1600				1.7	
2000				-1.3	
2500				-4.2	
3150				-6.0	
4000				-5.4	
5000				-1.5	
6300				6.0	
8000				12.6	
10000				13.9	
12500				---	---
$NPS_{Aeq,T}$				---	---

Observaciones:

6.7.2.1 COMPENSACIÓN TONOS.	
Frec. Central, [Hz] Banda Ancha	Corrección observada, [dB]
(25 a 125) Hz	
(160 a 400) Hz	
(500 a 10 000) Hz	
$K_t$ , [dB]:	
¿SE EMPLEÓ APÉNDICE B?:	SI: <input type="checkbox"/> NO: <input type="checkbox"/>
$K_b$ , [dB]:	

6.7.3 COMPENSACIÓN BAJA FRECUENCIA.	
$NS_{BF}$ , [dB]	
$K_f$ , [dB]:	

6.7.4 COMPENSACIÓN IMPULSOS.	
$K_i$ , [dB]:	

6.7.5 COMPENSACIÓN POR ANTIGÜEDAD.	
$K_A$ , [dB]:	

6.8 NIVEL SONORO CORREGIDO.	
Correcciones, [dB]:	
$NS_{ZM,RF}$ , [dB]:	
$NS_{ZM,RF,Corr}$ , [dB]:	

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE

\_\_\_\_\_

