



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:  
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“DETERMINACION DEL NIVEL SONORO CONTINUO  
EQUIVALENTE EN LA PLANTA DE ASFALTO DEL  
DISTRITO FEDERAL”**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
**COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA**

P R E S E N T A :  
**DRA. XÓLOTL LEYVA JUÁREZ**

PROFESOR TITULAR:  
DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:  
DRA. DIANA JUDITH GUTIÉRREZ TINAJERO  
DRA y M. en C. MARÍA DE LA LUZ ARENAS SORDO



MÉXICO D.F.

FEBRERO 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**  
**DIRECTORA DE ENSEÑANZA**

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ**  
**SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**  
**PROFESOR TITULAR**

---

**DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA**

---

**DRA. DIANA JUDITH GUTIÉRREZ TINAJERO**  
**ASESOR CLÍNICO**

---

**DRA. y M. en C. MARÍA DE LA LUZ ARENAS SORDO**  
**ASESOR METODOLÓGICO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis hermanos, Cynthia y Heriberto, por crecer a mi lado y enseñarme que para ser feliz solo se necesita sonreír.

A Miguel por darle color a mi vida y convertir mis sueños en realidad.

A mis padres por todo su amor, sabiduría, tiempo y paciencia.

A mi Tía Araceli por estar siempre de forma incondicional.

A mis amigos por darme su mano y su corazón.

A Erika e Ismael por su apoyo y simpatía.

A la Dra. Diana por su complicidad y amistad.

A la Dra. Arenas, por su entusiasmo y su buen humor.

## ÍNDICE.

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. Introducción.....  | 1  |
| 2. Marco Teórico..... | 3  |
| 3. Metodología.....   | 38 |
| 4. Resultados.....    | 46 |
| 5. Discusión.....     | 65 |
| 6. Conclusiones.....  | 66 |
| 7. Anexos.....        | 67 |
| 8. Bibliografía.....  | 91 |

## 1. INTRODUCCION

El oído es un órgano muy complejo que posee un sistema muy sensible, delicado y discriminativo para el sonido.

El sonido es un movimiento de moléculas organizado, causado por un cuerpo en vibración, en algún medio, caracterizado por fluctuaciones de presión, armónico, tolerable para el oído humano y genera una sensación de agrado en el individuo.

Cuando encontramos sonidos simples o complejos pero disarmónicos, de alta intensidad, desagradables y molestos, lo podemos definir como ruido.

El ruido es una amenaza ecológica. Tiene la ventaja de dejar de actuar en el mismo momento en que cesa su emisión a diferencia de otro tipo de residuos industriales.

El ruido tiene múltiples efectos sobre el ser humano, pero uno de los más importantes es que puede ocasionar incapacidad para la comunicación, lo que reduce la calidad de vida y la socialización, sin mencionar que representa un alto costo económico que llega a afectar a poblaciones completas.

Se estima que un tercio de la población mundial padece algún grado de hipoacusia causada por la exposición a sonidos de alta intensidad, esto es un problema que se ha ido incrementando, conforme la civilización ha avanzado.

La industrialización, las nuevas tecnologías y la falta de conciencia ha influido en que esto se desarrolle más rápidamente.

Se pensaba que la fuente de ruido se encontraba solo en los lugares de trabajo (industria, constructoras), pero en la actualidad las podemos encontrar en la casa (electrodomésticos) en la calle (transportes aéreos y terrestres), en la oficina (impresoras), lugares de entretenimiento (antros, discotecas, bares) entre otros; lo que provoca que todos estemos siendo afectados. (1,11)

Cada día se actualizan instrumentos de medición y protección del ruido ambiental, pero esto no tiene finalidad alguna si no existe una legislación que regule su uso.

Existe una legislación sobre los límites permisibles de ruido en un ambiente laboral, la cual cuenta con medidas para disminuir los niveles de intensidad sonora pero estas no son suficientes, ya que al realizarse estudios audiológicos en trabajadores expuestos a diferentes fuentes de ruido, se ha encontrado daño auditivo. (11)

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ASPECTOS HISTÓRICOS**

Desde la antigüedad existe una relación directa entre el ruido intenso y el daño auditivo.

Es muy difícil que los ruidos de la naturaleza causen trauma acústico, algo excepcional podría ser la exposición a un rayo.

Paleolítico

Con la aparición del “martillado” y el “golpe de percusión” se dió la posibilidad de que se provocaran lesiones frecuentes e irreversibles.

Siglo 1 a.d.C. Julio Cesar

Expidió una ordenanza que prohibía que las cuadrigas circularan de noche por las calles de Roma.

Año 60 a.d.C.

En la ciudad de Sibaris en la antigua Grecia, prohibían el trabajo de metales, el martillado en general y los ruidos molestos dentro de los límites de la ciudad.

Siglo 1 d.C.

En el libro “Historia Natural” escrito por Plinio el Viejo, se describe que las personas que vivían próximas a las cataratas del Nilo eran totalmente sordas. Citado por Bacon en 1672, quien atribuía al ruido de las cataratas la pérdida de audición. Posteriormente se explicó que las cataratas eran utilizadas para moler granos por los “antiguos molinos”, el agua movía bloques de piedra y era esa la causa de la pérdida de audición.

Siglo 2 d.C.

Se fabrica un explosivo por los chinos el cual era a base de salitre, azufre y resina para hacer fuegos artificiales, que eran usados durante las ceremonias religiosas. Posteriormente se le adicionó carbón molido y se le dió un uso bélico. (20)

Siglo 13 d. C.

Los Árabes introdujeron el uso de la pólvora en Europa.

1290 Marco Polo

En sus "Memorias de Viaje" describe "las bolas multicolores y estruendosas de fuego lanzadas a lo lejos por los chinos" cuando eran utilizadas en sus festividades; y terroríficas por su poder destructivo cuando eran utilizadas en las guerras. El uso desde su descubrimiento sería sin ningún lugar a duda un factor de daño auditivo.

1627 Francis Lord Bacon

En su obra clásica estudia los efectos del ruido intenso y prolongado sobre la audición, describiendo la pérdida auditiva que suele acompañarse de acúfeno.

1700 B. Romazzini

Se refiere a "enfermedades de los obreros del bronce " relata que con los años de trabajo los obreros van perdiendo progresivamente la audición hasta quedar totalmente sordos. También en sus descripciones destaca aspectos vinculados a medidas de urbanización ya que los broncistas de todas la urbes "vivían y trabajaban en un solo barrio". (11)

1831

Aparecen estudios de la "sordera de los herreros" (ref. Wemer), "sordera de los caldereros" , "sorderas producidas en obreros de las primeras maquinas a vapor".

1890 Haberman

Describió la falta de células ciliadas, fibras nerviosas y células ganglionares, en un obrero metalúrgico que por su sordera fue atropellado por un tren.

1896 Miljutin

Estudio a un grupo de obreros en telares para evaluar su daño auditivo (ref. Wemer y Cong argent orl XIII).

1907 Wittmaack

Primeras investigaciones de nuestro siglo. Evaluación en animales de lesiones causadas por los ruidos. (Debas y col).

1937 C.C.Bunch

En la revista Laryngoscope, reporta el resultado de los estudios audiométricos relacionados con exposición a sonidos de gran magnitud.

1950 Krier

Publica una monografía a la que llamó “Los efectos del ruido en el hombre”.

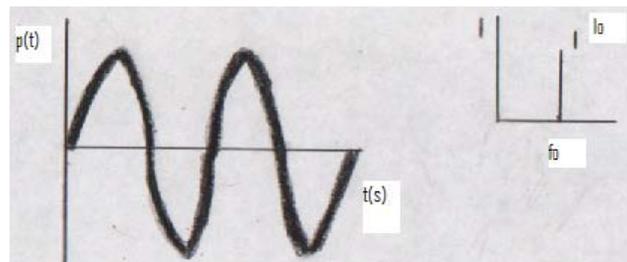
## **2.2 SONIDO Y RUIDO** <sup>(1)</sup>

El ruido es un concepto subjetivo, ya que se refiere a un sonido cuya percepción es desagradable para un sujeto, pero puede no serlo para otro distinto. Podemos poner varios ejemplos: a) una pieza musical, puede ser considerada como ruido para un sujeto y una obra excelsa para otro; b) el nivel sonoro ambiental de una discoteca; c) el sonido del tubo de escape de una moto, y d) explosiones de cohetes, petardos y otros artilugios pirotécnicos. Por ello, una definición de ruido muy extendida es la que dice: “Ruido es todo sonido no deseado que produce efectos fisiológicos y psíquicos”.

En un sentido físico estricto el ruido se define en oposición a lo que se considera un sonido periódico (sea musical o de otro tipo): mientras este último está formado por una serie determinada de frecuencias, en proporciones definidas, el primero es

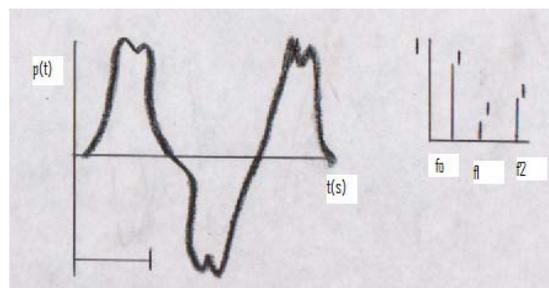
un conjunto indeterminado de frecuencias sin existir un patrón dado de proporciones.

Para aclarar esto en la siguiente figura tenemos un ejemplo de un tono puro, que se identifica porque en la grafica presión  $p(t)$  frente al tiempo  $t$  nos aparece una senoide, y en la gráfica intensidad sonora (que es proporcional al cuadrado de la presión) frente a la frecuencia tenemos un solo elemento, de frecuencia  $f_0$  e intensidad  $I_0$ . Esta última gráfica se obtiene de la primera aplicando la transformada de Fourier a la función  $p(t)$ .



Tono puro

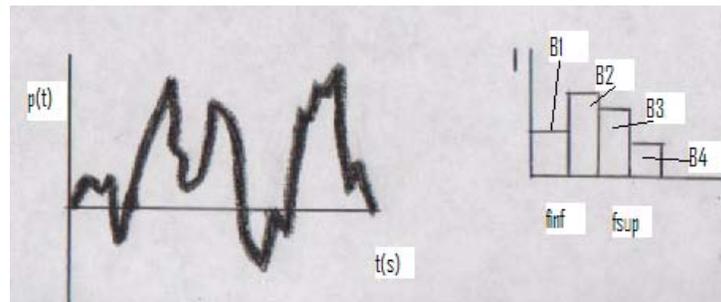
En esta figura se muestra una onda periódica compleja (que puede ser música). La gráfica presión-tiempo ya no es sinusoidal y la gráfica intensidad-frecuencia tiene tres términos: primer armónico o tono fundamental, de frecuencia  $f_0$  e intensidad  $I_0$ ; segundo armónico, de frecuencia  $f_1=2f_0$  e intensidad  $I_1= 0,1 I_0$ , y tercer armónico, de frecuencia  $f_2=3f_0$  e intensidad  $I_2= 0,5 I_0$ .



Sonido Periódico

Por último se muestra un ruido, caracterizado porque en la gráfica presión-tiempo no hay periodicidad alguna, y en la gráfica intensidad-frecuencia no tenemos una serie discreta de frecuencias, sino una gran cantidad de ellas, por lo que será

necesario agruparlas en bandas, es decir, frecuencias comprendidas entre dos bandas ( $f_{inf}$  y  $f_{sup}$ ).



Ruido

Usualmente, el espectro sonoro audible se divide en bandas de octavas o de tercios de octava. Las bandas de octava se caracterizan porque entre la frecuencia superior y la inferior de cada banda existe una relación:

$$\frac{f_{superior}}{f_{inferior}} = \frac{2}{1}$$

Cada banda viene definida por la frecuencia central de la misma.

También se pueden definir bandas en tercios de octava, en las que la relación entre las frecuencias superior e inferior de cada banda tiene el valor:

$$\frac{f_{superior}}{f_{inferior}} = \frac{3}{1}$$

Cuando se pretende analizar espectralmente un ruido, la división en bandas de octavas es normalmente suficiente, aunque la de tercios de octava suministra una mayor información.

### 2.3.MEDIDA DE LA MOLESTIA AL RUIDO: PARÁMETROS UTILIZADOS

Intentaremos revisar los distintos criterios utilizados para cuantificar la “molestia” que produce el ruido. Esto no es fácil, ya que la molestia es un parámetro subjetivo. Por ello, algunos criterios requieren una sola medida, otros demandan conocer el espectro del ruido, otros necesitan unas estadísticas temporales y,

finalmente, otros emplean una combinación de los criterios anteriores. Por ello, es importante la elección del criterio de medida y esta elección dependerá de cada situación particular. Una elección no adecuada daría unos resultados no ajustados a la realidad.

En este apartado presentaremos los criterios generales referidos a la reacción de la comunidad al ruido medioambiental, dejando para más adelante los efectos del ruido desde el punto de vista de la legislación laboral, en lo que se refiere a higiene y seguridad en el trabajo. Los criterios utilizados pueden dividirse en dos grandes grupos: a) aquellos que utilizan distintos parámetros relacionados con los estímulos acústicos, adquiridos mediante los instrumentos de medida adecuados (sonómetros, dosímetros, analizadores, etc) y b) aquellos que recurren a procedimientos que intentan normalizar métodos e incluyen factores externos no acústicos, aunque relevantes, que afectan a la respuesta de las personas al ruido dentro del contexto social en que se produce el mismo. <sup>(1)</sup>

Los parámetros más frecuentemente utilizados en la cuantificación del ruido son:

- Nivel de presión sonora global
- Nivel de presión sonora ponderada
- Nivel sonoro equivalente
- Nivel sonoro equivalente día-noche
- Nivel de contaminación de ruido
- Índice de ruido de tráfico
- Nivel de ruido percibido
- Índice de ruido y de sucesos de ruido
- Nivel de exposición sonora

El *nivel de presión sonora global* es la medida sin ponderación del nivel de presión sonora en el margen de frecuencias audibles. No se utiliza normalmente por su pobre correlación con la respuesta subjetiva del ser humano.

En *el nivel de presión sonora ponderada*, la presión sonora es medida por un micrófono calibrado y un amplificador, o por un sonómetro, que incorporen un filtro eléctrico que modifique la respuesta en frecuencia, intentando así seguir la respuesta subjetiva del oído humano. Este hecho, junto con la facilidad práctica de construir el filtro, ha conducido a su adopción como medida normalizada en muchas normativas nacionales e internacionales.

El *nivel sonoro equivalente* es la energía ponderada de un ruido, promediada durante el tiempo de medida. Representaría el nivel continuo de un ruido que tuviera la misma energía acústica que el ruido fluctuante que estamos midiendo.

Un parámetro que se utiliza en ocasiones y que deriva directamente del nivel sonoro equivalente es el nivel excedido, que representa el nivel equivalente que se ha excedido durante el N% del tiempo empleado en la medida. El L10 es un representante de los niveles máximos o de pico, mientras que el L90 puede serlo del ruido de fondo en el lugar de medida. Estos dos parámetros son realmente básicos, ya que se emplean en criterios de ruido más complejos.

El *nivel sonoro equivalente día-noche* es el nivel equivalente teniendo en cuenta que los valores de presión sonora correspondientes a horas comprendidas entre las 22.00 y las 07.00 son incrementados en 10dB, para así tener en cuenta el aumento de molestia que produce el ruido durante la noche. En cierta manera, este incremento de 10dB no hace más que compensar la natural disminución del nivel sonoro durante las horas de la noche con el aumento del grado de molestia que se percibe a esas horas.

El *nivel de contaminación de ruido*, esta formado por dos términos: el primero es una medida de nivel equivalente, mientras el segundo refleja el aumento de la molestia provocado por las fluctuaciones de dicho nivel.

El *índice de ruido de tráfico*, tiene de base el nivel ponderado A, medido durante 24 horas interrumpidas. Se determinan previamente los niveles estadísticos L<sub>10</sub> y L<sub>90</sub>, y el índice de ruido de tráfico vendría dado por:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

donde el término (L<sub>10</sub>-L<sub>90</sub>) ha sido definido por algunos autores como “clima de ruido” o “ambiente de ruido”, y la constante final ha sido añadida para tener unos

valores numéricos más convenientes. Hay que descartar en este índice, como anteriormente en el nivel de contaminación de ruido, el especial énfasis que se hace en atribuir la molestia de un ruido a la variación del nivel de ruido con el tiempo.

El *nivel de ruido percibido*, se emplea en la medida del ruido de aviones. Se basa en la relación empírica entre molestia y características físicas del ruido de los aviones. Este parámetro ha sido aplicado a otras situaciones diferentes. Cuando se tienen en cuenta factores tales como la duración del vuelo, o los tonos puros procedentes de las partes rotativas de los motores, se llega al denominado *nivel efectivo de ruido percibido*.

El *índice de ruido y de sucesos de ruido*, se desarrolló específicamente para el ruido de aviones.

El *nivel de exposición sonora*, se define como el nivel constante que, mantenido durante un periodo de 1 segundo, tiene la misma energía sonora que el ruido está produciendo durante el tiempo de medida. Es, por tanto, un nivel sonoro equivalente normalizado a un tiempo de 1 segundo.

Cuando se intentó evaluar el grado de molestia de la comunidad ante el ruido, se empezó por estudiar la correlación entre las medidas físicas de ruido y la respuesta estadística de un grupo de personas ante ruidos fácilmente medibles. Al principio, las normas sólo establecían unos límites a los ruidos emitidos durante la noche, pero actualmente se utilizan parámetros que describen aceptablemente la molestia causada por las variaciones de ruidos intermitentes o fluctuantes, su duración y el momento del día en que se producen. Aunque todas las normativas que existen en la actualidad tienen en cuenta estos aspectos, los cuales varían de un país a otro.

La mayoría de los métodos de evaluación de la molestia del ruido tienen en cuenta dos elementos: a) un nivel de ruido medido, con correlaciones que tengan en cuenta las características de ese ruido, y b) un criterio de niveles corregido, para tener en cuenta los factores externos y sociales con los que se pueda comparar.

Los factores que se consideran a la hora de corregir los niveles medidos son:

1. El tipo de zona que se está estudiando.
2. La hora del día en que se hace la medida.
3. Tipo de ventanas en los edificios.
4. Tipo de recinto.
5. Según las características del ruido.

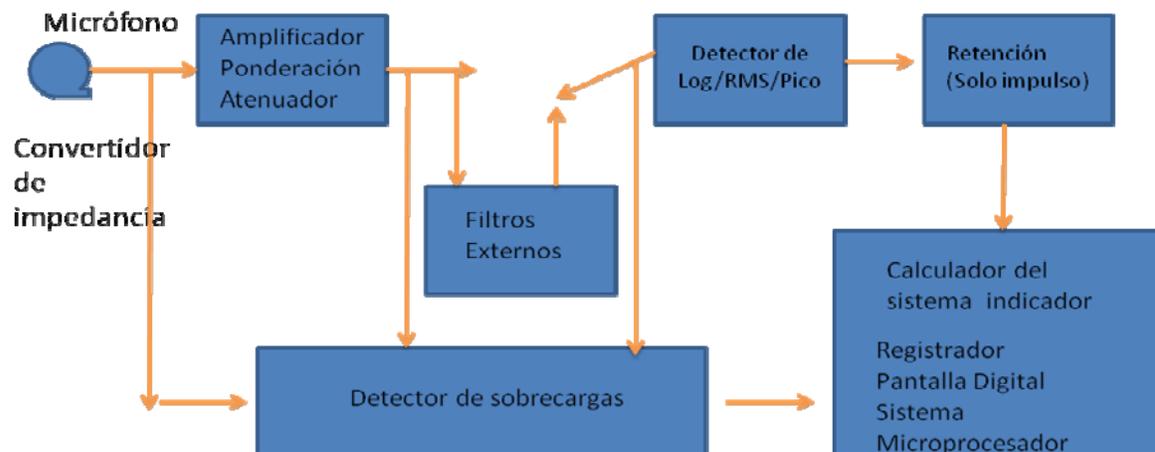
Cuando los valores medidos corregidos se comparan con los de la norma, la respuesta social de la comunidad se puede prever con una cierta precisión.

## 2.4. MEDIDA DEL SONIDO Y DEL RUIDO: SONÓMETROS Y DOSÍMETROS

Los aparatos específicamente diseñados para medir el ruido son llamados sonómetros y, en el caso de que se les pida evaluar directamente a la dosis sonora recibida por un individuo, se llaman dosímetros. <sup>(1)</sup>

### Sonómetros

Instrumento que permite medir los niveles de presión acústica, que incluye un micrófono, un amplificador y una serie de filtros que ponderan el sonido a diferentes frecuencias.



Se muestra el diagrama de bloques correspondiente a un sonómetro. El elemento captador de la señal física (presión sonora) es el micrófono. Mediante un adaptador de impedancia se ajusta la impedancia propia del micrófono empleado con el circuito eléctrico asociado. La señal es, a continuación, amplificada, ponderada o atenuada. Antes o después de este bloque, la señal puede hacerse pasar por un detector de sobrecargas, por si la señal supera el alcance de la escala de medidas utilizadas y se quiere tener constancia de ello. Opcionalmente, la señal puede hacerse pasar por unos filtros, que nos permiten obtener los valores de presión sonora para intervalos predeterminados de frecuencia. El bloque siguiente indica las operaciones que hay que realizar con la señal (cálculo del dB, valores cuadráticos medios, etc), mientras que el siguiente retiene los valores de pico de los ruidos impulsivos. El último bloque prepara la señal eléctrica para ser enviado a cualquier sistema de presentación o registro (pantalla LCD, registro gráfico, ordenador, sistema de almacenamiento de datos, etc.)

El elemento más delicado de esta cadena de medida es el micrófono. Es necesario que sea de buena calidad, para registrar con la mayor fidelidad posible el ruido que hay que medir.



Obtenido de [www.bksv.es](http://www.bksv.es)

Los sonómetros más avanzados de que se puede disponer hoy día son auténticos ordenadores portátiles. La versatilidad de las medidas que pueden realizar es prácticamente ilimitada.

## Dosímetros

Un dosímetro no es más que un sonómetro preparado para calcular la dosis recibida por una persona, dosis estimada por cualquiera de los criterios que usualmente se utilizan.



Obtenido de [www.bskv.es](http://www.bskv.es)

Las dos características que distinguen a un dosímetro de un sonómetro son: a) el apartado debe estar pensado para estar herméticamente cerrado cuando lo lleva el usuario, ya que se supone que la medida debe hacerse en las condiciones laborales típicas del trabajador, con el riesgo de golpes, mojaduras por líquidos más o menos corrosivos, etc., que esto significa. b) el micrófono debe situarse lo más cerca posible del oído del sujeto, para tener el campo acústico real que afecta el oído. Para ello dispone el micrófono de un clip de sujeción. Mediante otro clip el apartado se sujeta a la cintura. (1)



Colocación del Dosímetro sobre el Trabajador

## 2.5. PLANTA DE ASFALTO

El 28 de Junio de 1956, bajo la regencia del Lic. Ernesto P. Uruchurtu, fue creada la Planta de Asfalto del Distrito Federal, con el propósito de atender la demanda de mezclas asfálticas para la pavimentación de la red vial que iba surgiendo como consecuencia del crecimiento de la Ciudad de México.

En la década de los setentas, la Planta de Asfalto tuvo su mayor auge ya que al contar con maquinaria moderna atendió la gran demanda ocasionada por la construcción de los ejes viales, llegando a tener una producción máxima de 11,000 ton/día. <sup>(2)</sup>

Hacia 1988, la Planta se incorpora al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal como órgano desconcentrado del gobierno capitalino que depende de la Secretaría de Obras y Servicios. Teniendo como objetivos institucionales:

- Producir mezcla asfáltica, demandada por las delegaciones y direcciones generales de la Secretaría de Obras y Servicios y otras dependencias del Gobierno del Distrito Federal, para sus trabajos de pavimentación, repavimentación y mantenimiento de las vialidades de la Ciudad de México.
- Regular el precio y la calidad de la mezcla asfáltica en el mercado metropolitano. Desarrollar programas de investigación tecnológica para el mejoramiento de su producción. <sup>(6)</sup>

Actualmente, esta Unidad Industrial está conformada por dos entidades: la Planta Productora de Mezclas Asfálticas, ubicada en la Delegación Coyoacán que es conocida como Planta Imán; y la Planta Productora de Triturados Basálticos localizada en las cercanías del poblado de Parres (kilómetro 38 + 171 de la carretera federal México –Cuernavaca), en la Delegación Tlalpan.

La Planta productora de Mezclas Asfálticas es la encargada de la trituración de piedra basáltica y la producción de mezcla asfáltica para la construcción y restauración del pavimento de la Ciudad de México. Sus instalaciones están conformadas por dos conjuntos de trituración, los que suman una producción de

375,000 toneladas anuales de triturado basáltico, tres unidades productoras de mezcla asfáltica y 8 unidades de maquinaria pesada que apoyan la producción de triturado a partir de piedra en greña.

La capacidad instalada de producción de mezcla asfáltica es de 4,200 ton./día en dos turnos, lo que significa una producción de 1,050,000 toneladas anuales, al considerar 250 días hábiles.

La Planta productora de Triturados Basálticos es la encargada de la explotación y trituración de roca basáltica. La cantera tiene una vida útil estimada de 20 años de acuerdo al volumen de roca basáltica susceptible de explotación en el predio.

Cuenta con dos conjuntos de trituración y 20 unidades de maquinaria pesada para realizar los trabajos de extracción de roca mediante el uso de explosivos, y tiene una capacidad de producción de 2,500 ton./día en dos turnos, lo que significa una producción de 625,000 toneladas anuales, al considerar 250 días hábiles.

Los trabajadores de la Planta de Asfalto son rotados en las diferentes áreas de trabajo, por diferentes periodos. Es por esto que son capacitados en las diferentes actividades de explotación y trituración de la piedra basáltica, así como en la producción de mezcla asfáltica. <sup>(2)</sup>

En el año 2003 los resultados de estudios y análisis de la Planta, indicaron que se contaba con tres generaciones de equipos de producción: la Planta 5 adquirida en 1975, la Planta 6, en 1979 y la Planta 7 en 1984; esto es, con vida útil ya transcurrida y con tecnologías obsoletas.

Por otra parte se tenía una plantilla desproporcionada de personal (788 empleados y trabajadores en 1997; 729 en 1998; 699 en 1999 y 564 en el 2003), lo cual representaba altos costos de operación y de mantenimiento, provocando un subsidio creciente para su funcionamiento.

Planta No.7 Soplador



Conjunto No. 3 Trituradora con piedra y sin piedra



Planta No.5 Compresor y Soplador



## Planta No. 6 Soplador y Compresor



## Taller de Tornos - Fresadoras



## Taller de Soldadura



## 2.6. EFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE

La palabra ruido viene del latín “rugitus”, en castellano rugido. La función de la percepción del ruido es de alarma, comportamiento inducido por la secreción de adrenalina; por lo que el efecto en el cuerpo humano ocasiona lesiones a nivel del sistema auditivo (cocleovestibular), sistema nervioso, psíquico y sistémico.

Dentro de la sintomatología general, la cefalea, el embotamiento y falta de posibilidad de concentración son los más frecuentes e iniciales. A medida que la exposición se prolonga, suele agregarse aceleración del pulso, aumento de la presión sanguínea y estrechamiento de los vasos sanguíneos.

Un largo tiempo de exposición a ruido intenso puede causar sobrecarga del corazón causando secreciones anormales de hormonas y tensiones musculares. El efecto de estas alteraciones aparece en forma de cambios en el comportamiento, tales como: nerviosismo, fatiga mental, frustración, dificultad en el desempeño del trabajo, provocando altos índices de ausentismo laboral. (11,14)



Son interminables los trastornos que puede causar el ruido en una persona, esta por ejemplo puede manifestar un malestar moderado a partir de los 50dB y fuerte a partir de los 55dB.

Interferencia en la comunicación, un ruido superior a 35 ó 40 dB provoca dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 dB de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

El ruido influye negativamente en el sueño cuando este sobrepasa los 30dB provocando dificultad o imposibilidad para dormirse; a 45dB la posibilidad de despertarse es grande, así como disminuyendo la calidad del sueño.

**A partir de este valor en decibelios se empiezan a sentir estos efectos nocivos**

| Valor     | Efectos  |
|-----------|--|
| 30        | Dificultad en conciliar el sueño, Pérdida de calidad del sueño |
| 40        | Dificultad en la comunicación verbal                           |
| 45        | Probable interrupción del sueño                                |
| 50        | Malestar diurno moderado                                       |
| 55        | Malestar diurno fuerte   |
| 65        | Comunicación verbal extremadamente difícil                     |
| 75        | Pérdida de oído a largo plazo                                  |
| 110 - 140 | Pérdida de oído a corto plazo                                  |

A nivel de oído se puede presentar una lesión en oído interno, esta puede ser una lesión temporal o una lesión permanente.

En un inicio se puede producir una hipoacusia transitoria, plenitud ótica y acufeno intermitente; posteriormente se puede encontrar hipoacusia permanente, reclutamiento, algiacusia y diploacusia.

Los acufenos inicialmente son de baja intensidad y se calman o desaparecen con la falta de estímulo pero a medida que la lesión en el órgano de Corti se hace irreversible y se profundiza, el acúfeno, aumenta su intensidad y se torna

permanente, llegando a ser tan o mas molesto para el paciente que la misma hipoacusia.

El vértigo generalmente no esta presente. De existir estaría mas en relación con los ruidos impulsivos que generen alteraciones, por la presión ejercida, en el laberinto membranoso.

## **2.7. FISIOLÓGÍA DEL OÍDO**

El oído humano es el más sofisticado sensor de sonido. El umbral de audición, es decir la presión acústica mínima que el oído humano puede detectar es  $20 \times 10^{-6}$  N/m<sup>2</sup> en la frecuencia de 1 Khz. En la banda de frecuencias audibles, que va de 20Hz a 20, 000 Hz. <sup>(12)</sup>

Puede ser subdivido en 3 partes: externo, medio e interno.

El oído externo permiten el arribo de las ondas sonoras (por resonancia se ven favorecidas las frecuencias entre los 2 KHz y 5 KHz) al oído medio.

El oído medio es un transformador, actúa como un adaptador de impedancia. La membrana timpánica tiene una superficie de aproximadamente 60 mm<sup>2</sup>, y la ventana oval de 3.2 mm<sup>2</sup>, esta diferencia hace que por la concentración de la energía el aumento de la misma corresponda a 26.9 dB. El mecanismo de palanca determinado por la cadena osicular mejoraría la intensidad en 2.3 dB, como resultado final el incremento total dado por el sistema tímpano - osicular estaría en el orden de los 30 dB. <sup>(1)</sup>

En el oído medio también existen dispositivos de seguridad que sirven para proteger al oído interno de los ruidos de gran intensidad y las grandes variaciones de presiones. Ante un ruido fuerte se disparan 2 grupos de músculos. Uno tensa el martillo, con lo que limita su capacidad de vibrar, y el otro aleja el estribo de su unión o conexión con el oído interno. <sup>(1)</sup>

El otro dispositivo es la trompa de Eustaquio que al estar en relación con el oído medio y la nasofaringe sirve como regulador de presión.

Las vibraciones de la ventana oval generan ondas de presión que se propagan hasta la cóclea, las vibraciones de las membranas basilar y tectoria en sentidos opuestos, estimulan a las células al producir señales eléctricas. Las ondas recorren distancias diferentes a lo largo de la cóclea, con varios tiempos de retraso, dependiendo de la frecuencia del sonido.

La percepción de la direccionalidad del sonido, ocurre a través del proceso de correlación cruzada entre los 2 oídos.

## **2.8. EFECTOS DE RUIDO EN OIDO**

La exposición a niveles altos de ruido por un largo tiempo daña las células del órgano de Corti. El tímpano a su vez, raramente es dañado por el ruido laboral.

El primer efecto fisiológico de exposición a niveles altos de ruido, es la pérdida de audición en la banda de frecuencia de 4 a 6 KHz.

Cuando el ruido modifica temporalmente la audición se interpreta como fatiga auditiva. Esta situación se conoce como cambio de la sensibilidad absoluta, por el "desplazamiento temporal del umbral auditivo" o T.T.S (Temporal Threshold Shift). En circunstancias de exposición prolongada o ruidos muy intensos se produciría el "desplazamiento permanente del umbral auditivo" o P.T.S. (Permanent Threshold Shift). <sup>(1)</sup>

Luego de la exposición sonora las alteraciones anatómicas varían desde una ligera tumefacción o inclinación de células ciliadas externas con picnosis de sus núcleos, hasta la ausencia completa del órgano de Corti y ruptura de la membrana de Reissner. <sup>(8)</sup>

Existen dos situaciones que protegen a las células ciliadas de las altas exposiciones a los ruidos: la primera sería la membrana timpánica la cual llega a romperse; la segunda un fenómeno análogo dentro del órgano de Corti. Se evidenció que la lesión de las células ciliadas era inversamente proporcional al grado de unión entre las células de Deiters y de Hensen. <sup>(11)</sup>

Existen cinco factores básicos que se encuentran en relación con el daño auditivo:

- Intensidad de ruido
- Distribución de los componentes frecuenciales del ruido
- Duración de la exposición
- Tipo de ruido: continuo, intermitente o impulsivo
- Susceptibilidad personal<sup>(12)</sup>

La siguiente clasificación (Instituto Central para el sordo en la Universidad de Washington) se basa en la intensidad del ruido y la duración necesaria para producir daño auditivo:

- Daño auditivo por exposiciones sonoras cortas y muy intensas: Histológicamente se encontró una porción del Órgano de Corti separada de la Membrana Basilar flotando libremente en la escala media y las células desprendidas presentaban morfología aparentemente normal.
- Daño auditivo producido por horas o días de exposición sonora: Aquí intervienen más de un mecanismo de producción de daño auditivo. Según tiempo de exposición e intensidad sonora la histología del Órgano de Corti puede ser desde normal (en los casos con recuperación total de los umbrales) hasta presentar una falta absoluta de la arquitectura histica coclear.<sup>(3)</sup>

En relación a la fisiopatología del trauma acústico, podemos destacar los siguientes puntos:

- La exposición a intensidad sonora elevada, puede provocar lesión causa mecánica. Con frecuencia por desprendimiento de una porción del órgano de Corti de la membrana basilar. Desde el punto de vista vascular las células ciliadas externas son las primeras en ser dañadas por la isquemia.
- El daño inicial de la célula sensorial es probable que pueda ser producido por un cambio en la permeabilidad de membrana.
- Los espacios vacíos de la lámina reticular por daño celular previo, ponen en contacto la endolinfa con los espacios líquidos del órgano de Corti.

- La elevada concentración de potasio puede provocar en células ciliadas y fibras amielínicas no dañadas un edema osmótico y su eventual ruptura. (8)

### **Clasificación histológica**

Esta clasificación se basa en los daños producidos a nivel del órgano de Corti por la exposición a ruidos.

Covell y col.; Davis y col., desarrollaron una escala de nueve puntos resumiendo los aspectos básicos en la evolución del daño tisular encontrado.

#### **Nivel 1 y 2: Normal**

**Nivel 3 y 4:** Cambios reversibles Tumefacción moderada Picnosis de las células ciliadas Redistribución ciliar Pequeñas vacuolas de las células de sostén (Hansen, Deiters y Claudius) Desplazamiento en la fina capa de células en la superficie basal de la membrana Es probable que todos estos cambios sean reversibles y representen parte de la contrapartida fisiológica de la fatiga auditiva.

**Nivel 5 y 6:** Marcada tumefacción y desintegración Picnosis y cariorrexis de las células ciliadas externas Fracturas y fusión de los estereocilios y cilias Grandes vacuolas y separación de las células de sostén Alteración de las células ciliadas internas

**Nivel 7:** Células ciliadas ausentes Células de Deiters separadas de la membrana basilar. No se observan células mesoteliales

**Nivel 8:** Mayor número de las células ciliadas externas ausentes e incluso internas Ruptura de la membrana de Reissner.

**Nivel 9:** Células ciliadas totalmente destruidas Órgano de Corti colapsado o ausente. (3)

## **2.9. TRAUMA ACUSTICO**

Es toda lesión del oído interno, por exposición a ruido intenso. Se necesitan más de 80dB para producir el traumatismo, ya que, hasta estas intensidades, el oído tiene suficientes mecanismos de protección. (11,20,22)

Las formas clínicas que adopta el trauma acústico inducido por ruido se puede dividir en:

1. Trauma acústico agudo
2. Trauma acústico crónico (DAIR) <sup>(4)</sup>

### TRAUMA ACÚSTICO AGUDO

Es producido por exposición única y de alta intensidad de ruido el cual debe ser de tipo impulsivo (aquel ruido que presenta un aumento de la presión sonora de muy rápido comienzo y de muy corta duración, menos de 50 milésimas de segundo).

Teniendo como consecuencia ruptura de membrana timpánica o hipoacusia cocleares, totales, media o severa, la cual es repentina y generalmente dolorosa.

Puede estar provocado por un solo impacto o por una serie de impulsos repetidos separados por lapsos de igual o diferente duración.

Los parámetros que podríamos considerar como más influyentes en el daño auditivo son: Valor pico de la presión sonora, tiempo de duración del valor pico, componentes frecuenciales del espectro y densidad de los niveles sonoros pico.

### TRAUMA ACÚSTICO CRÓNICO - DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO (DAIR)

Es producido por exposición crónica (repetidas) de moderada intensidad, se desarrolla de forma gradual. Por lo regular es simétrica y bilateral.

Tanto la lesión coclear, como el cambio de umbral resultante, pueden ser temporales, durando minutos, horas o días, luego de cesado el estímulo.

Se sabe que el tiempo de exposición y la intensidad al ruido así como la susceptibilidad tienen una función importante en el desarrollo del daño auditivo.

En la fase inicial el paciente puede no tener impresión subjetiva de la misma, con excepción de los problemas de discriminación del habla en presencia de ruido de fondo. <sup>(22,23)</sup>

Cuanto mayor sea la duración del TTS, menor será la posibilidad de recuperación y si la exposición es repetitiva, la lesión del oído interno puede producir una pérdida auditiva permanente (PTS).

Determinar la causa de la variación del umbral auditivo en períodos mayores a un año es muy compleja, porque el ruido no es la única causa de PTS. Es por eso que el termino "inducido por ruido" solo debería aplicarse si se puede demostrar indiscutiblemente que no existe ningún otro motivo que haya provocado el cambio de umbral.

Los niveles de audición de las personas sometidas al ruido disminuye mas rápidamente en los primeros 15 años, siendo más lenta la pérdida en los años sucesivos.

#### TEORÍAS DE LESIÓN EN EL ÓRGANO DE CORTI:

Mecánica: los cambios histológicos varían desde una tumefacción moderada de las células ciliadas externas con picnosis nuclear, hasta ausencia completa del órgano de Corti y ruptura de la membrana de Reissner, la cual es una barrera bioquímica y eléctrica. La disfunción o perdida de la función no necesariamente implica destrucción tisular ya que puede ser el resultado de la acumulación lenta pero continuada de metabolitos a nivel citoquímico y enzimático. (9)

Vascular y líquidos laberínticos: La alteración de la circulación de los vasos cocleares, particularmente durante el tiempo de exposición al ruido genera una falta de irrigación parcial o total en distintas regiones del oído interno. La lesión básica encontrada corresponde a núcleos endoteliales hinchados que ocluyen la luz capilar. La bifurcación de la arteria coclear en sus ramas basal y apical corresponde a un espacio de escasa vascularización (lo que facilitaría la lesión) justamente en relación con la región tonotópica coclear de los 4 KHz.

Metabólica: Trabajos científicos muestran alteraciones de la ultra estructura de las células ciliadas, con aumento de volumen por edema, con presencia de un aumento del numero de lisosomas, desprendimiento o fusión de los cilios y cariólisis celular. (7)

Las lesiones auditivas que generalmente acompañan al trauma acústico se manifiestan por acúfeno y reclutamiento en un gran número de pacientes.

## DIAGNOSTICO

El diagnóstico de hipoacusia inducida por ruido se basa principalmente en antecedentes de exposición a ruido, con una muesca a 4 kHz y sus variantes. Estos signos audiológicos bilaterales, no acompañados de otros datos importantes otológicos o radiográficos, por lo general son diagnósticos. Aunque más sin embargo es importante hacer el diagnóstico diferencial en patologías que audiométricamente son parecidas y pueden pasar inadvertidas como los son los traumatismos craneales, con fracturas o conmoción, lesiones cocleares adquiridas o congénitas, por exposición a sustancias químicas y efectos de medicamentos ototóxicos e inclusive con un problema de presbiacusia.

### Determinación del grado de Incapacidad auditiva (ICA) <sup>(4)</sup>

Para el cálculo de una pérdida auditiva pueden ocuparse diversos procedimientos, uno de ellos es mediante el uso de una fórmula para determinar el porcentaje de afección auditiva (Ansi, 1969).

Se suman los resultados obtenidos en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz y se dividen entre tres (se puede agregar la frecuencia de 4 kHz y dividir entre cuatro). Al resultado se le restan 25 dB y se multiplica por 1.5 para obtener el porcentaje de afección auditiva monoaural.

Para conocer el porcentaje de afección biaural, se multiplica por cinco en porcentaje de afección auditiva obtenido en le mejor oído y se suma al porcentaje del oído más dañado, dividiendo el resultado entre seis. Este resultado representa una evaluación biaural de la afección auditiva, y puede emplearse en comisiones legislativas para compensaciones obrero-patronales, que son frecuentes en medicina del trabajo.

## **2.10. CRITERIOS PARA VALORAR LA PÉRDIDA DE AUDICIÓN, POR EXPOSICIÓN A RUIDO.**

Los siguientes hechos son confirmados por la mayoría de las investigaciones realizadas sobre la pérdida auditiva, en relación a los niveles de ruido.

Una dificultad significativa en la recepción del sonido ocurre para pérdidas de audición mayores a 25 dB (valor medio en las frecuencias de 500Hz, 1 y 2 kHz).

La exposición a niveles de presión sonora por debajo de 80 dB(A), para el 90% de la población, no causa dificultad en la sensación e interpretación del sonido.

La pérdida auditiva por exposición a niveles superiores a 80 dB(A) dependen de la distribución de los niveles con el tiempo de exposición y de la susceptibilidad del individuo.

El potencial de daños a la audición de un ruido depende no solamente de su nivel sino también de su duración. Una exposición de un minuto a 100dB no es tan perjudicial como una exposición de 60 minutos a 90 dB. <sup>(11)</sup>

Susceptibilidad individual: No se conocen aún los factores que influyen en la existencia de distinta susceptibilidad individual. Un método indirecto para medirla sería a través de la fatiga y adaptación auditiva. El problema es que la fatiga auditiva no es igual en intensidad y tiempo para todas las frecuencias de manera que para realizar una correcta evaluación se debería estimular con un ruido de iguales características a las que el individuo estaría expuesto.

Factores que actuarían en la susceptibilidad individual: edad, sexo, predisposición familiar, afecciones otorrinolaringológicas, exposición previa a ruidos intensos, influencias tóxicas y raza.

## **2.11. EVALUACION DEL RUIDO**

### **CURVAS Y CRITERIOS PARA LA EVALUACION DEL RUIDO**

Existen normas y recomendaciones sobre índices y niveles de ruido para diferentes tipos de ambientes laborales propias de cada país industrializado, algunas de las más importantes son:

ISO (Internacional Standard Organization)-R 1996 (1971) y R 1999 (1975)

BS (British Standard)- BS 4141 (1967)

NFS (Association Francaise de Normalization)- NFS 31-010 (1974)

ABNT (Asociacao Brasileira de Normas Técnicas)- NBR 10151 y 10152

IBAMA (Instituto Brasileiro do Medio Ambiente)- Resolución Conama 001 y 002 del 17 de agosto de 1990.

Las normas generalmente tienen en cuenta los parámetros que influyen en la falta de confortabilidad: variación de los niveles y hora del día en la que ocurre la exposición. Existe una tendencia de unificación de todas las normas en una única norma internacional (ISO). <sup>(5,11)</sup>

## **2.12. CRITERIOS Y NORMATIVIDAD DEL RUIDO EN MEXICO.**

La sordera profesional puede definirse como un deterioro auditivo de uno o ambos oídos, parcial o total, que surge durante el desempeño de un trabajo. Tanto el traumatismo acústico como la hipoacusia inducida por ruido pueden deberse al ruido laboral. <sup>(10)</sup>

Desde el punto de vista sistemático los ruidos pueden clasificarse en estables, intermitentes fijos o variables, fluctuantes y de impulso o impacto.

El ruido estable, también llamado ruido estacionario, es un ruido de banda ancha (es decir, incluye en su espectro una gran cantidad de frecuencias) y se caracteriza por tener un nivel prácticamente constante. Las fluctuaciones de este ruido durante el período de observación no deben de ser superiores a 5 dB.

El ruido intermitente fijo es aquel en el que se producen caídas de forma brusca e intermitente hasta el nivel ambiental, volviéndose a alcanzar el nivel que se supone fijo. El nivel de preferencia o fijo debe de mantenerse durante mas de 1 s antes de producirse una nueva caída hasta el nivel ambiental.

El ruido intermitente variable está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos estables o estacionarios. En este caso no existe un nivel de referencia o fijo, como en el ruido intermitente fijo.

El ruido fluctuante es un tipo de ruido donde no existe ningún tipo de regularidad ni patrón de comportamiento. Las diferencias de nivel en zonas próximas deben ser mayores de 5dB.

El ruido de impulso/impacto o ruido de impacto se caracteriza por una elevación brusca del nivel de ruido en un tiempo inferior a 35 ms, y una duración total de menos de 500 ms. Se supone que el tiempo entre dos crestas de ruido de impulso debe ser igual superior a 1s. El ruido de impulso o impacto puede darse interrelacionado con los tipos de ruido que hemos ido mencionado anteriormente. En la siguiente figura puede verse, sobre un ruido fluctuante cualquiera, como se superponen varios ruidos impulsivos de distinta intensidad, señalados por las flechas.

#### NORMA OFICIAL MEXICANA:NOM-I-101/4. CLASIFICACIÓN DE RUIDOS

El ruido es un sonido desagradable o indeseable, generalmente de carácter aleatorio que no presenta componentes de frecuencia bien definidos.

Siendo el ruido todo sonido indeseable, su indeseabilidad está en función de la experiencia adquirida por el ser humano, normada por una serie de factores llamados idiosincrásicos. Se ha demostrado que las características del complejo nivel-frecuencia-tiempo del ruido tiene influencia en las lesiones en el ser humano, además dichas características son esenciales en la elección de una metodología adecuada para su medición, estudio y control, facilitando la jerarquización de los parámetros de investigación y la elección del instrumental apropiad

Clasificación conforme a NOM -AA-40. <sup>(16)</sup>

- 1) Ruido Estable: Es aquel que se registra con una variación de su nivel de presión acústica no superior a  $\pm 2$  dB
- 2) Ruido Inestable: Es aquel que se registra con una variación de su nivel de presión acústica superior a  $\pm 2$  dB.
- 3) Ruido Sostenido: Es un ruido estable no modificado.
- 4) Ruido Intermitente: Es aquel ruido estable recurrente, cuyo nivel máximo se alcanza súbitamente y, después de sostenerse durante 1 s, o más desciende súbitamente siendo seguido por una pausa.
- 5) Ruido Pulsar: Es aquel ruido estable recurrente, cuyo nivel máximo se alcanza súbitamente y, después de sostenerse durante menos de 1s, desciende súbitamente, siendo seguido por una pausa.
- 6) Ruido Fluctuante: Es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo mayor o igual a 1s.
- 7) Ruido Impulsivo: Es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo menor a 1s.
- 8) Ruido Periódico: Es aquel cuya emisión energética se distribuye isomórficamente el tiempo en forma cíclica y a intervalos regulares.
- 9) Ruido Aleatorio: Es aquel que no cumple con la definición de ruido periódico.
- 10) Ruido Blanco: Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente de + 3 dB/octava.
- 11) Ruido Magenta: Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente de  $-5$  dB/octava.
- 12) Ruido Morado: Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente  $-6$  dB/octava.

13) Ruido Rojo: Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente  $-3$  dB/octava.

14) Ruido Rosa: Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente de  $0$  dB/octava.

La clasificación se efectúa de acuerdo con las características de distribución de energía acústica respecto al tiempo y de acuerdo con la distribución de las componentes simples de dicha energía.

Clasificación según su distribución temporal.

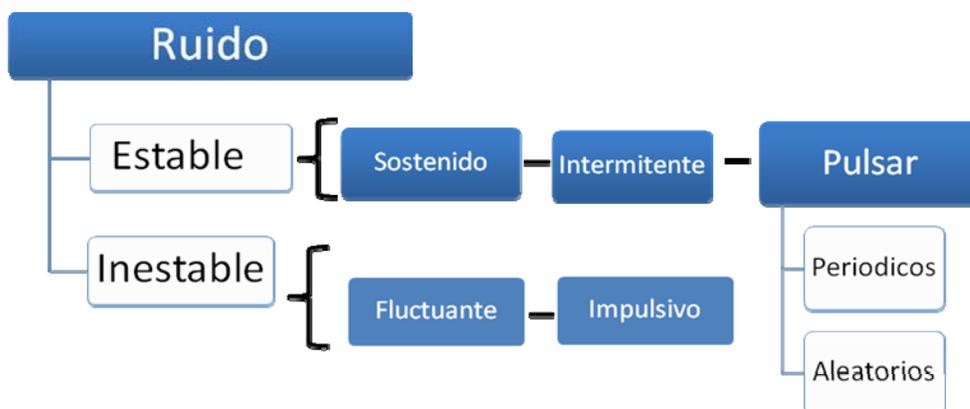
Un ruido puede ser estable o inestable, teniendo en cuenta la variación de su nivel de presión acústica durante el lapso que actúa.

Un ruido puede ser sostenido, intermitente o pulsar, si la variación de su nivel de presión acústica durante su registro, es pequeña (menor  $+2$  dB.)

Un ruido puede ser fluctuante o impulsivo, si la variación de su nivel de presión acústica es grande (mayor  $+2$  dB).

Un ruido puede ser periódico, o aleatorio, teniendo en cuenta la repetición sistemática de su emisión energética.

Un ruido intermitente, o pulsar, o fluctuante, o impulsivo puede ser a su vez o periódico o aleatorio. (11)



Clasificación según su espectro.

Un ruido respecto a su ruidosidad, puede presentar componentes en una banda amplia o en una banda angosta.

Un ruido puede presentar componentes continuas y no continuas.

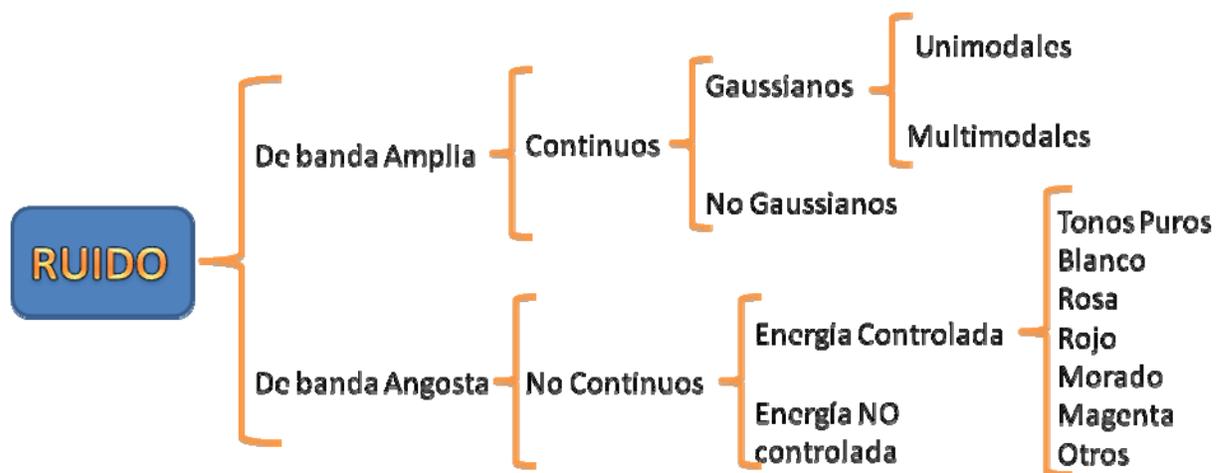
Un ruido de banda amplia o de banda angosta puede ser, a su vez continuo o no continuo.

La distribución estadística de las componentes simples de un ruido continuo puede ser gaussiana o no gaussiana.

Un ruido gaussiano puede presentar uno o varios modos superpuestos.

Un ruido de espectro no continuo puede ser de energía controlada o presentarse sin control alguno de su energía.

Un ruido de energía controlada puede ser o no un tono puro, o un ruido de espectro de pendiente definida, como los ruidos blanco, rojo, rosa, morado o magenta. (11)



En México se encuentra regulado las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido en la NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-011-STPS-1994. (18)( Anexo 2)

La Higiene Industrial, Medio Ambiente Laboral, Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se exponen los trabajadores en los Centros de Trabajo se encuentran en la NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-080-STPS-1993. <sup>(17)</sup> (ANEXO 3)

### **2.13. MEDICION DE RUIDO.**

(ING. JEAN-PAULE R. BECKER)

Las mediciones de ruido permiten cuantificaciones y análisis precisos de las condiciones ambientales molestas; son herramientas poderosas de diagnóstico en los programas de control de ruido.

#### **A) RECONOCIMIENTO INICIAL**

- Planos de distribución de las instalaciones
- Descripción del proceso
- Programas de mantenimiento
- Número de trabajadores
- Reconocimiento visual y auditivo

#### **B) METODOS DE EVALUACION AMBIENTAL**

- Instrumentación y equipo
  1. Sonómetro con red de ponderación A, tipo 1 ó 2, con respuesta rápida.
  2. Reloj o cronómetro
  3. Tripie
  4. Cinta métrica o flexómetro
  5. Calibrador.

El sonómetro y el calibrador empleados deberán contar con un certificado oficial de calibración que incluya: marca, modelo, tipo, número de serie y características del micrófono.

- Calibración

Se deberá revisar la calibración del sonómetro, antes de iniciar el primer periodo de observación y al concluir el último periodo, registrándose ambos valores en el formato de registro.

- Posición del micrófono

\*Trabajadores de pie: 1,25m +\_ 0,1m.

\*Trabajadores sentados: a la altura promedio de la cabeza de estos

- Orientación del micrófono

En la posición que registre el máximo nivel sonoro A.

- Posición del Observador

Lateralmente con respecto al micrófono, con el propósito de evitar la interferencia del observador.

- Condiciones para la medición

a) Jornada laboral de 8 horas

b) Jornada laboral con los niveles más altos de ruido, bajo condiciones normales de operación.

c) Si la medición dura más de una jornada laboral, se deberán conservar las mismas características normales de operación durante cada jornada, en que se realice la medición.

- Ubicación de los puntos de Medición

\* Gradiente de presión sonora.

\* Prioridad de áreas de evaluación.

- Puesto fijo de trabajo.

- Numerar los puntos de medición progresivamente y marcarlos en el plano de distribución de la instalación.

- Evitar colocar los puntos de medición a menos de 1,5 m de la pared.

- Evitar exponer al observador.

- Procedimiento para evaluar ruido

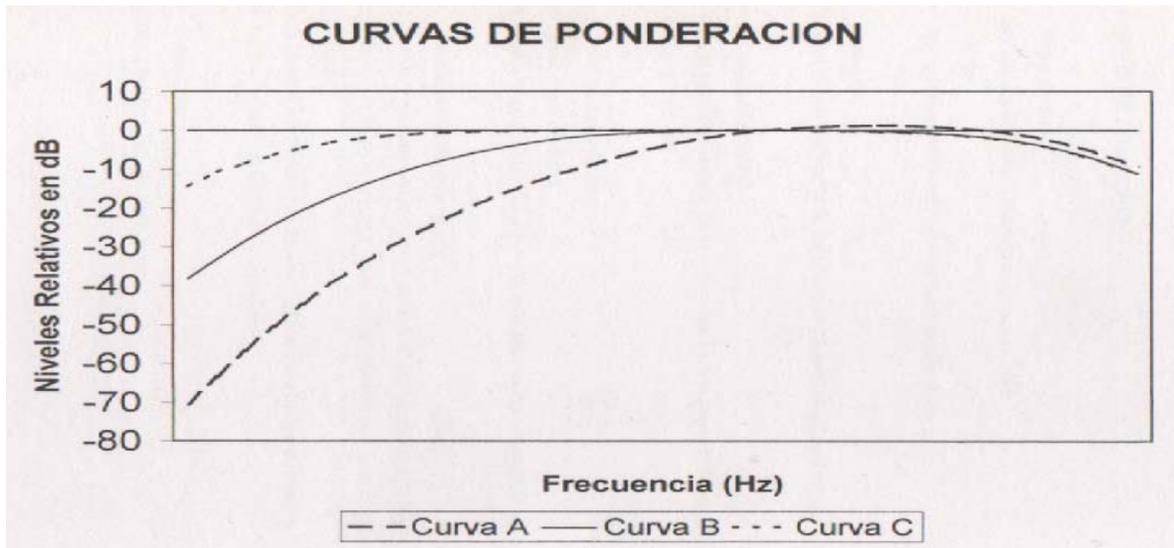
a) Ruido estable: tres periodos de observación de 5 minutos cada uno, registrando 50 lecturas por periodo con un intervalo de 5 segundos, máximo, entre cada lectura.

b) Ruido Inestable: cinco periodos de observación de 5 minutos cada uno, registrando 50 lecturas por periodo con un intervalo de 5 segundos, máximo, entre cada lectura.

- c) Ruido en puesto fijo de trabajo: dependiendo de las características del ruido, se reconocerá como ruido estable o ruido inestable.
- Formatos de Registro
- 1) Formato 1 para el registro del nivel sonoro A, en campo.
  - 2) Formato 2 para graficar el nivel sonoro A por punto.

## PONDERACION EN FRECUENCIA

- Esta basada en las curvas de igual sensación sonora del oído humano
  - Se obtiene mediante filtros de corrección o atenuación que aproximan la respuesta a la del oído humano, incluidos en los sonómetros.
  - \* Curva de Ponderación A: Diseñada para obtener una respuesta a la frecuencia similar a la del oído humano, para niveles bajos de presión acústica.
  - \* Curva de Ponderación B: Diseñada para obtener una respuesta a la frecuencia similar a la del oído humano, para niveles medios de presión acústica.
  - \* Curva de ponderación C: Diseñada para obtener una respuesta a la frecuencia similar a la del oído humano, para niveles altos de presión acústica.
  - \* Curva de ponderación D: Pensada para reconocer y evaluar el ruido producido por los aviones. <sup>(11)</sup>
- La unidad utilizada para identificar la curva de ponderación usada al efectuar la medición del nivel sonoro, con un sonómetro, es el decibel (dB) acompañada de la letra correspondiente a dicha escala; por ejemplo, si se usa la curva de ponderación A, la unidad es: dB (A).
  - Para sonidos complejos se ha observado que la curva que mejor adecua la respuesta en frecuencia, de un sonómetro, a la del oído humano es la curva A, por lo que las curvas B y C, prácticamente han caído en desuso.<sup>(12)</sup>



## B) METODO DE EVALUACION PERSONAL

- Instrumentación: Dosímetro que cumpla con el criterio de incrementos de 3 dB y calibrador.
- Ambos equipos deberán contar con el certificado de calibración.
- Calibración: Se deberá verificar la calibración del dosímetro antes y después de realizar el reconocimiento.
- Colocación del micrófono: Colocar el micrófono de acuerdo con las instrucciones del fabricante; en su defecto, colocarlo en el hombro del trabajador.
- Condiciones para la medición
  - a) Jornada laboral de 8 horas
  - b) Jornada laboral con los niveles más altos de ruido, bajo condiciones normales de operación.
- Procedimiento de Evaluación Personal.
  - 1) Encender el dosímetro e iniciar el procedimiento de integración, registrando la hora inicial.
  - 2) Colocar el micrófono en su lugar y el dosímetro al cinturón o en la bolsa del uniforme del trabajador.
  - 3) Al detener el funcionamiento del dosímetro, registrar la hora final y el porcentaje de dosis.
  - 4) Registrar los valores en el formato correspondiente.

- Formato de registro: formato 3 de registro de evaluación personal

#### NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICION A RUIDO

| <b>Duración</b><br>(horas /día) | <b>SPL</b><br>(en escala dB, respuesta lenta) |
|---------------------------------|---|
| 8                               | 90  |
| 6                               | 92  |
| 4                               | 95  |
| 2                               | 100   |
| 1                               | 105   |
| 30 minutos                      | 110   |
| 15 minutos                      | 115   |

#### NOM-011-STPS-1994

- El límite de exposición a ruido debe expresarse en función de tres parámetros.
  - 1) El espectro de ruido.
  - 2) El nivel de presión acústica o nivel sonoro.
  - 3) Duración de la exposición.
- Para establecer la relación entre la exposición a ruido y el mecanismo de daño a la audición se han establecido varios criterios; entre los más importantes están:

\* La regla de los 3 dB, adoptada por ISO y la comunidad internacional.

\* La regla de los 5 dB, adoptada por OSHA.

Regla de los 3 dB: Asume que el daño es proporcional al total de la energía acústica, ponderada en A, absorbida por el oído, sin importar si la exposición a ruido es continua o intermitente. Al haber un incremento de 3 dB, la energía se duplica.

Regla de los 5 dB: En contraste con la regla de los 3 dB, experimentos en laboratorio empleando umbrales auditivos con pérdida temporal inducida por exposición a ruido han indicado que especialmente en lo que respecta a la intermitencia, incrementos de 5 dB en el nivel sonoro es equivalente a duplicar el

tiempo de exposición, por lo menos para niveles sonoros “A” menores a 105 dB (A).

Toma en consideración el poder de recuperación del sistema auditivo, el cual actúa durante los intervalos de calma relativa entre los periodos de exposición a ruido.

| NPS dB(A) | Máxima Exposición Diaria Permisible |
|-----------|-------------------------------------|
| 85        | 8 horas                             |
| 86        | 7 horas                             |
| 87        | 6 horas                             |
| 88        | 5 horas                             |
| 89        | 4 horas y 30 minutos                |
| 90        | 4 horas                             |
| 91        | 3 horas y 30 minutos                |
| 92        | 3 horas                             |
| 93        | 2 horas y 30 minutos                |
| 94        | 2 horas y 15 minutos                |
| 95        | 2 horas                             |
| 96        | 1 hora y 45 minutos                 |
| 98        | 1 hora y 15 minutos                 |
| 100       | 1 hora                              |
| 102       | 45 minutos                          |
| 104       | 35 minutos                          |
| 105       | 30 minutos                          |
| 106       | 25 minutos                          |
| 108       | 20 minutos                          |
| 110       | 15 minutos                          |
| 112       | 10 minutos                          |
| 114       | 8 minutos                           |
| 115       | 7 minutos                           |

- Registro de Evaluación.

En caso de que los niveles sonoros continuos equivalentes excedan los 90 dBA, se deberá presentar un programa de implementación de medidas de control.

## METODOS DE RECONOCIMIENTO DEL ESPECTRO ACUSTICO

- Instrumentación:

Mediante el empleo del sonómetro y filtros mediante el empleo de analizadores espectrales.

- Consideraciones:

- a) Descripción del área donde se encuentra la fuente
- b) Descripción de las características principales de la fuente de ruido primarias y las fuentes secundarias.
- c) Descripción de la ubicación y características relevantes del receptor, tales como: movilidad, uso y especificaciones de los alrededores.
- d) Precauciones necesarias al efectuar el reconocimiento: viento, sobrecarga, posición del operador, calibración, humedad y temperatura, frecuencias altas y bajas, sistema de grabación, tipos de ruido, ambiente de prueba y características de ponderación.

## OBJETIVOS:

- 1) Prevenir pérdida auditiva inducida por el ruido del ambiente laboral
- 2) Mejorar la calidad de vida en el ambiente laboral.
- 3) Cumplir con las ordenanzas legales y políticas internas de los establecimientos.
- 4) Controlar los costos generados por las pérdidas auditivas.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuál es el Nivel Sonoro Continuo Equivalente en las diferentes áreas de trabajo de la Planta de Asfalto del D.F.?

#### **3.2 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el Nivel Sonoro Continuo Equivalente en las diferentes áreas de trabajo de la Planta de Asfalto del D.F.

#### **3.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

Determinar los niveles de ruido en las diferentes áreas de la Planta de Asfalto del D.F.

Proponer alternativas para disminuir en la medida de lo posible el daño auditivo secundario al ruido.

Demostrar la importancia que deberían tener estos factores en medicina preventiva.

#### **3.4. JUSTIFICACIÓN**

Con el desarrollo de la civilización, las ciudades se han industrializado, originando lugares de trabajo con altos índices de ruido. Lo que da lugar a hipoacusias causadas por exposición a ruido principalmente por dos razones: primero, el temor de los trabajadores a perder su fuente laboral puede favorecer que éstos se mantengan en ambientes con niveles de ruido mucho más elevados que los normalmente aceptados y, segundo, en el lugar de trabajo los altos niveles de ruido ambiental se pueden mantener en forma regular por varias horas diarias durante años.<sup>(5)</sup>

Datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos muestran que en los lugares de trabajo de ese país son frecuentes niveles de ruido altamente dañinos, afectando a más de treinta millones de trabajadores. <sup>(19)</sup>

En México el 30% de las hipoacusias son causadas por exposición a ruido, por lo que en los últimos 20 años se ha duplicado el número de consultas por trauma acústico en el país; ya que la exposición constante a altos niveles de ruido no sólo trae como consecuencia la pérdida auditiva, sino que también otros efectos fisiológicos.

Sin olvidar que también reduce la capacidad de concentración incrementando el costo para realizar una actividad, trayendo pérdidas económicas cuantiosas. <sup>(13,14)</sup>

Por eso la importancia que las industrias cuantifiquen y tengan conocimiento sobre el ruido al que están expuestos sus trabajadores para poder prevenir perdidas económicas y sobre todo enfermedades, principalmente auditivas.

### **3.5. MATERIALES Y METODOS**

#### **EMPRESA EN ESTUDIO.**

**Nombre:**

PLANTA DE ASFALTO DEL D.F.

**Dirección:**

Av. del Imán No.26

México, D.F.

#### **DISEÑO**

Estudio observacional, prospectivo y transversal.

#### **POBLACIÓN**

Se seleccionaron dos trabajadores en cada punto, escogidos al azar, a quienes se les colocó el dosímetro para calcular la dosis recibida.

#### **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA:**

Criterios de inclusión:

1. Trabajadores de la Planta de Asfalto del D.F. que deseen participar en el estudio.
2. Ambos sexos
3. Sin limite de edad
4. Sin importar el tiempo de antigüedad en el trabajo

Criterios de exclusión:

1. Todo aquel sujeto que no desee voluntariamente participar en el estudio.

Criterios de eliminación.

1. Trabajadores que no concluyan la medición.

### **Definición de las variables**

Independiente: Nivel Sonoro Continuo Equivalente

Dependiente: Exposición a ruido laboral en la Planta de Asfalto del D.F

### **Definiciones conceptuales.**

Ruido: Sonido desagradable o indeseable, generalmente de carácter aleatorio que no presenta componentes de frecuencia bien definidos.

Exposición a ruido laboral: Es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador, en un ambiente laboral.

Nivel Sonoro Continuo Equivalente: Es la energía ponderada de un ruido, promediada durante el tiempo de medida. Representaría el nivel continuo de un ruido que tuviera la misma energía acústica que el ruido fluctuante que estamos midiendo.

### **Definiciones operativas.**

Ruido. Obtenido por cuantificación con el sonómetro y dosímetro.

Exposición a ruido laboral: tiempo medido de acuerdo al número de horas laborales obtenido por interrogatorio directo.

Nivel Sonoro Continuo Equivalente: obtenido con la siguiente fórmula

$$NSCE = 10\log\left[\sum_{i=1}^N t_i * \text{anti log}\frac{NS'' A'' i}{10}\right] - 10\log T$$

### **Recursos Humanos:**

- Dra. Xólotl Leyva Juárez, Residente de Audiología, Foniatría y Otoneurología.
- Dra. Diana Judith Gutiérrez Tinajero, Médico Adscrito al servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación
- Dra. y M. en C. Ma. de la Luz Arenas Sordo, Médico Adscrito al servicio de Genética del Instituto Nacional de Rehabilitación

**Recursos Financieros:** No se requieren.

### **Recursos materiales:**

- Consumibles de papelería.
- Consumibles de laboratorio.
- Calibrador, analizador, sonómetro, dosímetro, computadora, impresora. (Anexo 3 y Anexo 4)

**TAMAÑO DE LA MUESTRA:** Dos Trabajadores

### **DESCRIPCION DEL PROCESO**

1. Haciendo uso de un sonómetro (calibrado a 94 dB A), se tomaran muestras del Nivel Sonoro (NS), registrando las muestras en el tiempo y periodos requeridos por la Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993.
2. Se ubican los puntos de medición para determinar el nivel sonoro equivalente (NSCE) y se colocan dosímetros, previo autorización del trabajador (Consentimiento Informado, Anexo 5), para calcular la dosis recibida durante el mismo intervalo de tiempo de la medición con sonómetro y comparar los resultados.

- Una vez obtenidos estos datos, se realizaron los cálculos correspondientes con base a las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993.

### DESCRIPCION DEL METÓDO DE EVALUACIÓN

La que marca la Norma Oficial Mexicana **NOM-080-STPS-1993**. Higiene Industrial-Medio Ambiente Laboral-Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.

Los resultados se informarán con tablas.

#### DETERMINACION DEL NS"A" PROMEDIO

El promedio del nivel sonoro "A" del punto evaluado se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$NS"A"i = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N 10^{(Ni/10)}$$

Donde:

n = número de lecturas registradas del nivel sonoro "A"    n = 150 ó 250

Ni = Nivel sonoro "A" registrado

NS"A"i = Nivel Sonoro "A" registrado

#### DETERMINACION DEL NSCE

$$NSCE = 10 \log \left[ \sum_{i=1}^N ti * \text{anti log} \frac{NS"A"i}{10} \right] - 10 \log T$$

Donde:

NSi = Nivel Sonoro "A" evaluado en el periodo i

ti = Tiempo de exposición en el periodo i

T = Tiempo total de exposición (jornada laboral de 8 horas)

Donde:

$$T = \sum_{i=1}^N ti$$

## MÉTODO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA RUIDO ESTABLE E INESTABLE

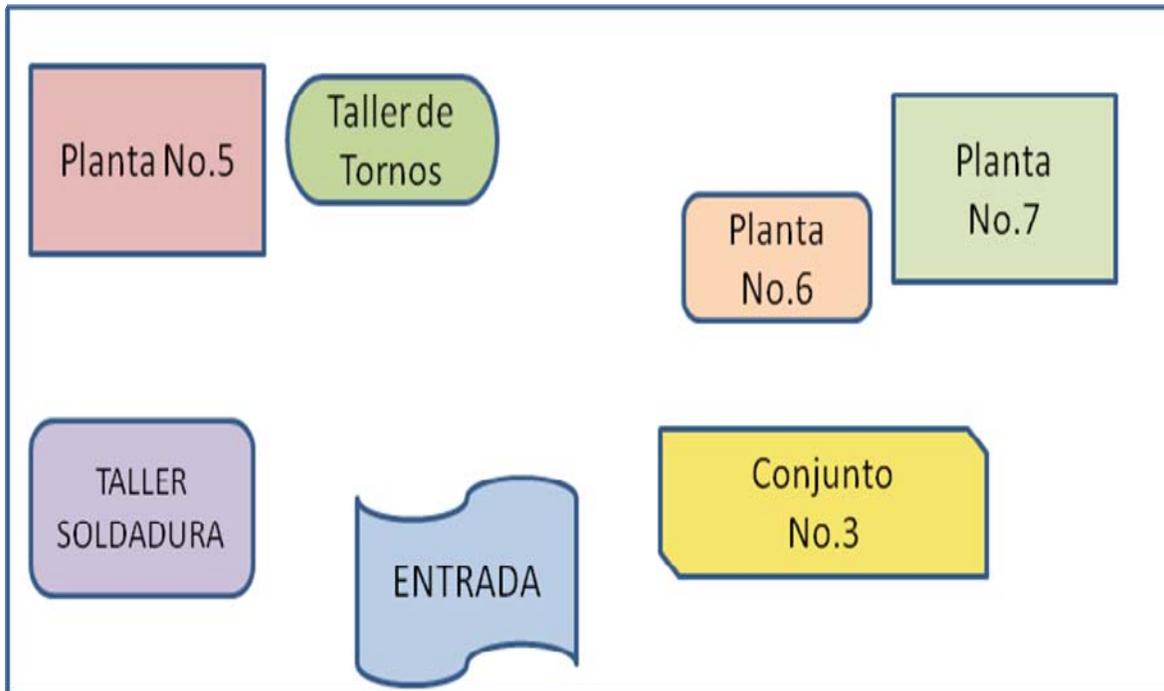
Del recorrido de reconocimiento se determinó utilizar el método de evaluación ambiental para ruido inestable en los puntos 1 al 7, debido a que se encontraron niveles de ruido con variaciones en su intensidad mayores a  $\pm 2$  dB, y se evaluó en puesto fijo de trabajo por encontrarse los trabajadores relativamente estacionarios en la zona de trabajo.

### UBICACION DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN:

En consecuencia al número de máquinas y distribución de las mismas se determinó ubicar de la siguiente manera los puntos de medición.

| PUNTO # | ÁREA                | UBICACIÓN            | N° DE TRAB. EXPUESTOS |
|---------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 1       | Planta No.7         | Soplador             | 6                     |
| 2       | Conjunto No.3       | Triturado sin piedra | 11                    |
| 2B      | Conjunto No.3       | Triturado con piedra | 11                    |
| 3       | Planta No.5         | Compresor y Soplador | 6                     |
| 4       | Planta No.6         | Soplador y Compresor | 4                     |
| 5       | Taller de Tornos    | Fresadoras           | 6                     |
| 6       | Taller de soldadura | Taller de Soldadura  | 6                     |

## Croquis de la Planta de Asfalto del D.F.



### 4. RESULTADOS

#### REGISTRO DE LA EVALUACIÓN:

Se realizaron 5 periodos de medición en los puntos evaluados como ruido inestable. Los valores se registraron en el formato 1, la gráfica correspondiente se muestra en el formato 2, tal como lo indica la NOM de referencia, de igual manera se reportan los cálculos realizados para determinar los Niveles de Presión Acústica por periodo que indica la NOM de referencia y El Nivel Sonoro Continuo Equivalente que indica la NOM-011-STPS-1993.

| <b>PUNTO # 1 MEDICIONES</b> |              |             |              |             |             |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>              | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                           | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 2                           | 90           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 3                           | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 4                           | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 5                           | 92           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 6                           | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 7                           | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 8                           | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 9                           | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 10                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 11                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 12                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 13                          | 91           | 91          | 91           | 90          | 91          |
| 14                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 15                          | 91           | 90          | 90           | 91          | 91          |
| 16                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 17                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 18                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 19                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 20                          | 91           | 90          | 91           | 91          | 91          |
| 21                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 22                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 23                          | 91           | 91          | 91           | 90          | 91          |
| 24                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 90          |
| 25                          | 91           | 90          | 91           | 91          | 91          |
| 26                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 27                          | 91           | 90          | 90           | 91          | 91          |
| 28                          | 91           | 90          | 90           | 90          | 91          |
| 29                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 30                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 31                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 32                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 33                          | 92           | 91          | 91           | 90          | 91          |
| 34                          | 92           | 91          | 91           | 90          | 90          |
| 35                          | 91           | 91          | 90           | 90          | 91          |
| 36                          | 91           | 91          | 91           | 90          | 91          |
| 37                          | 92           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 38                          | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 39                          | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 40                          | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 41                          | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 42                          | 91           | 91          | 90           | 91          | 91          |
| 43                          | 91           | 90          | 91           | 91          | 91          |
| 44                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 45                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 46                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 47                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 48                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 49                          | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| 50                          | 92           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| <b>NS"A"</b>                | 91           | 91          | 91           | 91          | 91          |
| <b>NSCE</b>                 | <b>91</b>    | <b>TMPE</b> |              |             | <b>6.59</b> |

| PUNTO #1 CALCULOS |          |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MUESTRA           | 1ero.    | 2do.     | 3ero.    | 4to.     | 5to.     |
| 1                 | 1.21E+09 | 1.25E+09 | 1.12E+09 | 1.22E+09 | 1.28E+09 |
| 2                 | 1.06E+09 | 1.25E+09 | 1.10E+09 | 1.20E+09 | 1.18E+09 |
| 3                 | 1.15E+09 | 1.28E+09 | 1.15E+09 | 1.30E+09 | 1.19E+09 |
| 4                 | 1.30E+09 | 1.18E+09 | 1.16E+09 | 1.24E+09 | 1.20E+09 |
| 5                 | 1.45E+09 | 1.16E+09 | 1.24E+09 | 1.23E+09 | 1.22E+09 |
| 6                 | 1.21E+09 | 1.17E+09 | 1.09E+09 | 1.29E+09 | 1.22E+09 |
| 7                 | 1.16E+09 | 1.22E+09 | 1.13E+09 | 1.22E+09 | 1.25E+09 |
| 8                 | 1.30E+09 | 1.23E+09 | 1.19E+09 | 1.28E+09 | 1.16E+09 |
| 9                 | 1.27E+09 | 1.17E+09 | 1.16E+09 | 1.25E+09 | 1.21E+09 |
| 10                | 1.41E+09 | 1.27E+09 | 1.27E+09 | 1.22E+09 | 1.23E+09 |
| 11                | 1.41E+09 | 1.20E+09 | 1.14E+09 | 1.20E+09 | 1.20E+09 |
| 12                | 1.31E+09 | 1.19E+09 | 1.15E+09 | 1.24E+09 | 1.17E+09 |
| 13                | 1.29E+09 | 1.18E+09 | 1.25E+09 | 1.10E+09 | 1.27E+09 |
| 14                | 1.30E+09 | 1.13E+09 | 1.18E+09 | 1.20E+09 | 1.24E+09 |
| 15                | 1.32E+09 | 1.08E+09 | 1.10E+09 | 1.24E+09 | 1.27E+09 |
| 16                | 1.31E+09 | 1.16E+09 | 1.21E+09 | 1.19E+09 | 1.22E+09 |
| 17                | 1.16E+09 | 1.17E+09 | 1.32E+09 | 1.23E+09 | 1.17E+09 |
| 18                | 1.14E+09 | 1.18E+09 | 1.27E+09 | 1.24E+09 | 1.20E+09 |
| 19                | 1.17E+09 | 1.19E+09 | 1.19E+09 | 1.17E+09 | 1.14E+09 |
| 20                | 1.25E+09 | 1.12E+09 | 1.28E+09 | 1.23E+09 | 1.13E+09 |
| 21                | 1.24E+09 | 1.24E+09 | 1.17E+09 | 1.19E+09 | 1.16E+09 |
| 22                | 1.25E+09 | 1.19E+09 | 1.29E+09 | 1.16E+09 | 1.21E+09 |
| 23                | 1.29E+09 | 1.16E+09 | 1.14E+09 | 1.10E+09 | 1.14E+09 |
| 24                | 1.20E+09 | 1.14E+09 | 1.18E+09 | 1.24E+09 | 1.08E+09 |
| 25                | 1.24E+09 | 1.11E+09 | 1.23E+09 | 1.18E+09 | 1.26E+09 |
| 26                | 1.27E+09 | 1.21E+09 | 1.26E+09 | 1.24E+09 | 1.19E+09 |
| 27                | 1.20E+09 | 1.10E+09 | 1.07E+09 | 1.27E+09 | 1.21E+09 |
| 28                | 1.17E+09 | 1.06E+09 | 1.07E+09 | 1.11E+09 | 1.25E+09 |
| 29                | 1.26E+09 | 1.17E+09 | 1.21E+09 | 1.17E+09 | 1.26E+09 |
| 30                | 1.30E+09 | 1.26E+09 | 1.20E+09 | 1.17E+09 | 1.20E+09 |
| 31                | 1.33E+09 | 1.23E+09 | 1.15E+09 | 1.15E+09 | 1.16E+09 |
| 32                | 1.37E+09 | 1.21E+09 | 1.22E+09 | 1.23E+09 | 1.24E+09 |
| 33                | 1.48E+09 | 1.24E+09 | 1.12E+09 | 1.11E+09 | 1.16E+09 |
| 34                | 1.42E+09 | 1.27E+09 | 1.20E+09 | 1.09E+09 | 1.11E+09 |
| 35                | 1.33E+09 | 1.27E+09 | 1.10E+09 | 1.10E+09 | 1.20E+09 |
| 36                | 1.33E+09 | 1.22E+09 | 1.13E+09 | 1.10E+09 | 1.29E+09 |
| 37                | 1.42E+09 | 1.17E+09 | 1.15E+09 | 1.23E+09 | 1.23E+09 |
| 38                | 1.27E+09 | 1.22E+09 | 1.03E+09 | 1.17E+09 | 1.22E+09 |
| 39                | 1.25E+09 | 1.22E+09 | 1.09E+09 | 1.32E+09 | 1.28E+09 |
| 40                | 1.32E+09 | 1.20E+09 | 1.10E+09 | 1.14E+09 | 1.25E+09 |
| 41                | 1.17E+09 | 1.21E+09 | 1.12E+09 | 1.26E+09 | 1.24E+09 |
| 42                | 1.28E+09 | 1.17E+09 | 1.12E+09 | 1.28E+09 | 1.18E+09 |
| 43                | 1.39E+09 | 1.10E+09 | 1.20E+09 | 1.32E+09 | 1.19E+09 |
| 44                | 1.17E+09 | 1.17E+09 | 1.29E+09 | 1.25E+09 | 1.16E+09 |
| 45                | 1.31E+09 | 1.16E+09 | 1.23E+09 | 1.25E+09 | 1.14E+09 |
| 46                | 1.33E+09 | 1.22E+09 | 1.22E+09 | 1.24E+09 | 1.22E+09 |
| 47                | 1.39E+09 | 1.23E+09 | 1.33E+09 | 1.17E+09 | 1.16E+09 |
| 48                | 1.34E+09 | 1.23E+09 | 1.22E+09 | 1.20E+09 | 1.21E+09 |
| 49                | 1.33E+09 | 1.16E+09 | 1.21E+09 | 1.21E+09 | 1.29E+09 |
| 50                | 1.49E+09 | 1.17E+09 | 1.19E+09 | 1.18E+09 | 1.24E+09 |
|                   |          |          |          |          |          |
| <b>NS"A"</b>      | 6.43E+10 | 5.95E+10 | 5.89E+10 | 6.03E+10 | 6.03E+10 |
| <b>NSCE</b>       | 2.06E+09 | 1.90E+09 | 1.89E+09 | 1.93E+09 | 1.93E+09 |

| <b>PUNTO #2 MEDICIONES</b> |              |                   |              |             |             |
|----------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>             | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b>       | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                          | 82           | 89                | 89           | 88          | 92          |
| 2                          | 82           | 88                | 88           | 88          | 90          |
| 3                          | 82           | 88                | 89           | 89          | 90          |
| 4                          | 81           | 89                | 89           | 88          | 89          |
| 5                          | 81           | 88                | 90           | 87          | 89          |
| 6                          | 81           | 88                | 89           | 89          | 90          |
| 7                          | 81           | 89                | 88           | 89          | 89          |
| 8                          | 81           | 88                | 87           | 88          | 89          |
| 9                          | 82           | 89                | 87           | 88          | 88          |
| 10                         | 81           | 89                | 85           | 89          | 87          |
| 11                         | 81           | 89                | 90           | 88          | 92          |
| 12                         | 82           | 89                | 93           | 87          | 89          |
| 13                         | 81           | 88                | 90           | 87          | 90          |
| 14                         | 81           | 89                | 89           | 89          | 89          |
| 15                         | 81           | 88                | 89           | 88          | 91          |
| 16                         | 85           | 89                | 91           | 87          | 90          |
| 17                         | 86           | 89                | 89           | 88          | 90          |
| 18                         | 84           | 88                | 89           | 89          | 88          |
| 19                         | 83           | 88                | 91           | 87          | 88          |
| 20                         | 81           | 88                | 91           | 87          | 87          |
| 21                         | 82           | 88                | 89           | 89          | 87          |
| 22                         | 82           | 89                | 90           | 89          | 87          |
| 23                         | 82           | 88                | 90           | 87          | 86          |
| 24                         | 83           | 89                | 90           | 87          | 86          |
| 25                         | 83           | 89                | 88           | 88          | 85          |
| 26                         | 83           | 89                | 89           | 88          | 85          |
| 27                         | 83           | 88                | 89           | 88          | 86          |
| 28                         | 85           | 89                | 90           | 89          | 87          |
| 29                         | 86           | 89                | 89           | 90          | 87          |
| 30                         | 91           | 89                | 88           | 90          | 87          |
| 31                         | 88           | 89                | 90           | 91          | 87          |
| 32                         | 85           | 89                | 89           | 91          | 87          |
| 33                         | 84           | 88                | 88           | 91          | 87          |
| 34                         | 84           | 88                | 88           | 91          | 87          |
| 35                         | 84           | 89                | 89           | 91          | 87          |
| 36                         | 84           | 89                | 90           | 91          | 87          |
| 37                         | 84           | 88                | 89           | 91          | 87          |
| 38                         | 84           | 89                | 89           | 91          | 88          |
| 39                         | 83           | 89                | 89           | 92          | 88          |
| 40                         | 83           | 89                | 89           | 92          | 87          |
| 41                         | 83           | 89                | 89           | 91          | 87          |
| 42                         | 83           | 89                | 89           | 91          | 87          |
| 43                         | 83           | 89                | 88           | 93          | 87          |
| 44                         | 83           | 89                | 88           | 92          | 87          |
| 45                         | 83           | 88                | 90           | 91          | 87          |
| 46                         | 84           | 89                | 90           | 91          | 87          |
| 47                         | 84           | 89                | 88           | 91          | 87          |
| 48                         | 86           | 88                | 89           | 91          | 87          |
| 49                         | 88           | 89                | 89           | 92          | 87          |
| 50                         | 88           | 88                | 89           | 92          | 87          |
| <b>NS"A"</b>               | <b>84</b>    | <b>89</b>         | <b>89</b>    | <b>90</b>   | <b>88</b>   |
| <b>NSCE</b>                | <b>88</b>    | <b>TMPE 11.66</b> |              |             |             |

| PUNTO #2 CALCULOS |          |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MUESTRA           | 1ero.    | 2do.     | 3ero.    | 4to.     | 5to.     |
| 1                 | 1.66E+08 | 7.48E+08 | 7.29E+08 | 6.07E+08 | 1.56E+09 |
| 2                 | 1.51E+08 | 6.75E+08 | 6.88E+08 | 6.40E+08 | 9.85E+08 |
| 3                 | 1.59E+08 | 6.73E+08 | 7.42E+08 | 7.12E+08 | 8.98E+08 |
| 4                 | 1.32E+08 | 7.11E+08 | 8.08E+08 | 5.98E+08 | 8.09E+08 |
| 5                 | 1.36E+08 | 6.56E+08 | 9.96E+08 | 4.95E+08 | 7.92E+08 |
| 6                 | 1.37E+08 | 6.71E+08 | 8.82E+08 | 7.10E+08 | 1.07E+09 |
| 7                 | 1.30E+08 | 7.34E+08 | 5.68E+08 | 7.87E+08 | 8.00E+08 |
| 8                 | 1.36E+08 | 6.75E+08 | 5.25E+08 | 5.67E+08 | 7.15E+08 |
| 9                 | 1.46E+08 | 7.30E+08 | 4.58E+08 | 6.03E+08 | 5.87E+08 |
| 10                | 1.38E+08 | 8.82E+08 | 3.42E+08 | 7.53E+08 | 5.33E+08 |
| 11                | 1.31E+08 | 8.14E+08 | 1.08E+09 | 6.93E+08 | 1.43E+09 |
| 12                | 1.46E+08 | 8.70E+08 | 2.07E+09 | 4.87E+08 | 8.26E+08 |
| 13                | 1.37E+08 | 7.03E+08 | 9.26E+08 | 5.25E+08 | 9.93E+08 |
| 14                | 1.31E+08 | 7.63E+08 | 7.41E+08 | 7.59E+08 | 8.44E+08 |
| 15                | 1.32E+08 | 6.93E+08 | 8.49E+08 | 5.84E+08 | 1.16E+09 |
| 16                | 2.93E+08 | 7.53E+08 | 1.41E+09 | 4.62E+08 | 1.05E+09 |
| 17                | 4.19E+08 | 7.20E+08 | 8.56E+08 | 6.73E+08 | 9.18E+08 |
| 18                | 2.39E+08 | 6.84E+08 | 7.75E+08 | 7.72E+08 | 5.91E+08 |
| 19                | 1.85E+08 | 6.74E+08 | 1.36E+09 | 5.47E+08 | 5.75E+08 |
| 20                | 1.29E+08 | 7.04E+08 | 1.40E+09 | 4.83E+08 | 5.22E+08 |
| 21                | 1.76E+08 | 6.86E+08 | 7.17E+08 | 8.02E+08 | 4.84E+08 |
| 22                | 1.45E+08 | 7.11E+08 | 1.07E+09 | 7.16E+08 | 4.91E+08 |
| 23                | 1.71E+08 | 6.95E+08 | 9.01E+08 | 4.78E+08 | 4.29E+08 |
| 24                | 2.07E+08 | 7.25E+08 | 9.03E+08 | 4.61E+08 | 4.42E+08 |
| 25                | 1.90E+08 | 7.42E+08 | 6.13E+08 | 6.07E+08 | 3.50E+08 |
| 26                | 2.01E+08 | 7.38E+08 | 7.19E+08 | 6.77E+08 | 3.52E+08 |
| 27                | 2.10E+08 | 6.89E+08 | 7.50E+08 | 6.85E+08 | 3.91E+08 |
| 28                | 3.43E+08 | 7.19E+08 | 1.02E+09 | 8.87E+08 | 4.66E+08 |
| 29                | 4.33E+08 | 7.77E+08 | 7.31E+08 | 1.00E+09 | 5.06E+08 |
| 30                | 1.26E+09 | 7.16E+08 | 6.98E+08 | 1.11E+09 | 5.51E+08 |
| 31                | 6.07E+08 | 7.30E+08 | 9.28E+08 | 1.17E+09 | 5.52E+08 |
| 32                | 3.35E+08 | 7.15E+08 | 7.17E+08 | 1.28E+09 | 5.60E+08 |
| 33                | 2.53E+08 | 6.94E+08 | 6.27E+08 | 1.20E+09 | 5.44E+08 |
| 34                | 2.31E+08 | 6.84E+08 | 7.06E+08 | 1.26E+09 | 5.62E+08 |
| 35                | 2.37E+08 | 7.27E+08 | 7.37E+08 | 1.20E+09 | 5.62E+08 |
| 36                | 2.67E+08 | 7.42E+08 | 1.07E+09 | 1.26E+09 | 4.98E+08 |
| 37                | 2.31E+08 | 6.91E+08 | 7.60E+08 | 1.20E+09 | 5.12E+08 |
| 38                | 2.28E+08 | 7.37E+08 | 7.98E+08 | 1.35E+09 | 5.92E+08 |
| 39                | 2.22E+08 | 7.26E+08 | 8.46E+08 | 1.57E+09 | 5.63E+08 |
| 40                | 2.12E+08 | 7.17E+08 | 7.81E+08 | 1.60E+09 | 5.21E+08 |
| 41                | 2.18E+08 | 8.00E+08 | 8.73E+08 | 1.39E+09 | 5.31E+08 |
| 42                | 2.14E+08 | 7.59E+08 | 8.38E+08 | 1.37E+09 | 5.36E+08 |
| 43                | 2.14E+08 | 7.44E+08 | 6.87E+08 | 1.78E+09 | 5.02E+08 |
| 44                | 2.21E+08 | 7.39E+08 | 6.09E+08 | 1.51E+09 | 5.07E+08 |
| 45                | 2.21E+08 | 6.80E+08 | 1.04E+09 | 1.39E+09 | 5.15E+08 |
| 46                | 2.54E+08 | 7.12E+08 | 1.07E+09 | 1.28E+09 | 5.55E+08 |
| 47                | 2.81E+08 | 7.64E+08 | 6.58E+08 | 1.41E+09 | 5.14E+08 |
| 48                | 4.25E+08 | 6.80E+08 | 7.46E+08 | 1.39E+09 | 4.93E+08 |
| 49                | 6.14E+08 | 7.27E+08 | 8.74E+08 | 1.46E+09 | 5.33E+08 |
| 50                | 5.99E+08 | 6.97E+08 | 7.69E+08 | 1.56E+09 | 5.16E+08 |
|                   |          |          |          |          |          |
| <b>NS"A"</b>      | 1.28E+10 | 3.62E+10 | 4.25E+10 | 4.75E+10 | 3.28E+10 |
| <b>NSCE</b>       | 4.09E+08 | 1.16E+09 | 1.36E+09 | 1.52E+09 | 1.05E+09 |

| <b>PUNTO # 2 (CP) MEDICIONES</b> |              |             |              |             |             |
|----------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>                   | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                                | 97           | 92          | 86           | 84          | 85          |
| 2                                | 97           | 90          | 85           | 84          | 81          |
| 3                                | 98           | 89          | 86           | 84          | 83          |
| 4                                | 98           | 89          | 86           | 85          | 85          |
| 5                                | 98           | 89          | 86           | 84          | 82          |
| 6                                | 100          | 88          | 86           | 84          | 82          |
| 7                                | 101          | 88          | 86           | 84          | 82          |
| 8                                | 99           | 87          | 86           | 84          | 83          |
| 9                                | 99           | 87          | 85           | 84          | 82          |
| 10                               | 98           | 87          | 86           | 84          | 82          |
| 11                               | 98           | 87          | 86           | 84          | 82          |
| 12                               | 99           | 87          | 86           | 83          | 82          |
| 13                               | 99           | 86          | 87           | 84          | 82          |
| 14                               | 99           | 86          | 86           | 84          | 84          |
| 15                               | 99           | 87          | 86           | 84          | 83          |
| 16                               | 99           | 86          | 86           | 88          | 83          |
| 17                               | 99           | 86          | 85           | 84          | 84          |
| 18                               | 99           | 86          | 86           | 87          | 82          |
| 19                               | 99           | 87          | 85           | 85          | 83          |
| 20                               | 99           | 88          | 85           | 87          | 83          |
| 21                               | 100          | 88          | 84           | 85          | 83          |
| 22                               | 99           | 89          | 85           | 84          | 83          |
| 23                               | 100          | 91          | 85           | 84          | 83          |
| 24                               | 100          | 91          | 85           | 84          | 82          |
| 25                               | 99           | 90          | 84           | 84          | 83          |
| 26                               | 99           | 88          | 83           | 84          | 82          |
| 27                               | 100          | 88          | 83           | 84          | 83          |
| 28                               | 100          | 88          | 83           | 83          | 82          |
| 29                               | 100          | 87          | 84           | 84          | 82          |
| 30                               | 99           | 88          | 84           | 84          | 82          |
| 31                               | 98           | 88          | 84           | 84          | 83          |
| 32                               | 98           | 88          | 84           | 84          | 85          |
| 33                               | 98           | 88          | 84           | 84          | 84          |
| 34                               | 97           | 86          | 84           | 84          | 82          |
| 35                               | 97           | 85          | 84           | 84          | 84          |
| 36                               | 98           | 85          | 84           | 87          | 82          |
| 37                               | 99           | 85          | 84           | 85          | 82          |
| 38                               | 103          | 85          | 84           | 85          | 82          |
| 39                               | 103          | 85          | 83           | 83          | 82          |
| 40                               | 102          | 85          | 83           | 85          | 85          |
| 41                               | 99           | 86          | 83           | 84          | 84          |
| 42                               | 99           | 87          | 84           | 85          | 82          |
| 43                               | 97           | 87          | 84           | 84          | 82          |
| 44                               | 99           | 86          | 84           | 82          | 86          |
| 45                               | 99           | 86          | 85           | 83          | 88          |
| 46                               | 97           | 85          | 85           | 86          | 84          |
| 47                               | 93           | 88          | 86           | 88          | 85          |
| 48                               | 95           | 89          | 84           | 85          | 85          |
| 49                               | 92           | 86          | 84           | 89          | 83          |
| 50                               | 91           | 86          | 84           | 87          | 82          |
| <b>NS"A"</b>                     | 99           | 88          | 85           | 85          | 83          |
| <b>NSCE</b>                      | <b>93</b>    | <b>TMPE</b> |              |             | <b>4.34</b> |

| <b>PUNTO # 2 (CP) CALCULOS</b> |              |             |              |             |             |
|--------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>                 | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                              | 4.94E+09     | 1.59E+09    | 3.91E+08     | 2.58E+08    | 3.32E+08    |
| 2                              | 4.55E+09     | 1.06E+09    | 3.43E+08     | 2.26E+08    | 1.27E+08    |
| 3                              | 6.20E+09     | 7.55E+08    | 3.62E+08     | 2.33E+08    | 1.99E+08    |
| 4                              | 6.82E+09     | 8.52E+08    | 3.64E+08     | 2.96E+08    | 2.87E+08    |
| 5                              | 6.69E+09     | 7.87E+08    | 3.79E+08     | 2.39E+08    | 1.70E+08    |
| 6                              | 9.99E+09     | 5.82E+08    | 4.37E+08     | 2.61E+08    | 1.66E+08    |
| 7                              | 1.14E+10     | 5.66E+08    | 3.83E+08     | 2.24E+08    | 1.61E+08    |
| 8                              | 7.76E+09     | 5.52E+08    | 3.80E+08     | 2.33E+08    | 1.83E+08    |
| 9                              | 7.48E+09     | 4.52E+08    | 3.49E+08     | 2.32E+08    | 1.50E+08    |
| 10                             | 7.04E+09     | 4.54E+08    | 3.90E+08     | 2.27E+08    | 1.50E+08    |
| 11                             | 6.45E+09     | 5.22E+08    | 4.00E+08     | 2.31E+08    | 1.68E+08    |
| 12                             | 8.18E+09     | 5.03E+08    | 4.40E+08     | 2.22E+08    | 1.75E+08    |
| 13                             | 8.14E+09     | 4.15E+08    | 5.15E+08     | 2.38E+08    | 1.57E+08    |
| 14                             | 7.91E+09     | 4.37E+08    | 4.04E+08     | 2.40E+08    | 2.52E+08    |
| 15                             | 7.61E+09     | 4.56E+08    | 4.22E+08     | 2.34E+08    | 2.09E+08    |
| 16                             | 8.21E+09     | 4.36E+08    | 3.73E+08     | 6.70E+08    | 2.07E+08    |
| 17                             | 8.13E+09     | 4.32E+08    | 3.46E+08     | 2.60E+08    | 2.30E+08    |
| 18                             | 7.84E+09     | 4.14E+08    | 3.60E+08     | 5.61E+08    | 1.55E+08    |
| 19                             | 7.88E+09     | 4.93E+08    | 3.34E+08     | 3.23E+08    | 1.90E+08    |
| 20                             | 8.71E+09     | 6.60E+08    | 3.06E+08     | 4.60E+08    | 2.11E+08    |
| 21                             | 9.35E+09     | 6.88E+08    | 2.69E+08     | 3.31E+08    | 2.15E+08    |
| 22                             | 8.77E+09     | 8.67E+08    | 2.85E+08     | 2.61E+08    | 2.17E+08    |
| 23                             | 9.40E+09     | 1.17E+09    | 3.06E+08     | 2.44E+08    | 1.94E+08    |
| 24                             | 9.05E+09     | 1.13E+09    | 3.18E+08     | 2.34E+08    | 1.76E+08    |
| 25                             | 8.12E+09     | 9.43E+08    | 2.75E+08     | 2.39E+08    | 2.04E+08    |
| 26                             | 7.81E+09     | 7.05E+08    | 2.17E+08     | 2.33E+08    | 1.48E+08    |
| 27                             | 8.95E+09     | 6.47E+08    | 1.92E+08     | 2.38E+08    | 1.91E+08    |
| 28                             | 1.05E+10     | 6.39E+08    | 2.05E+08     | 2.20E+08    | 1.59E+08    |
| 29                             | 1.08E+10     | 5.39E+08    | 2.55E+08     | 2.65E+08    | 1.49E+08    |
| 30                             | 8.15E+09     | 5.64E+08    | 2.34E+08     | 2.34E+08    | 1.53E+08    |
| 31                             | 6.16E+09     | 6.30E+08    | 2.36E+08     | 2.43E+08    | 1.98E+08    |
| 32                             | 6.98E+09     | 6.32E+08    | 2.36E+08     | 2.43E+08    | 3.37E+08    |
| 33                             | 6.24E+09     | 6.04E+08    | 2.54E+08     | 2.81E+08    | 2.44E+08    |
| 34                             | 5.12E+09     | 4.12E+08    | 2.52E+08     | 2.58E+08    | 1.68E+08    |
| 35                             | 5.16E+09     | 2.89E+08    | 2.35E+08     | 2.81E+08    | 2.61E+08    |
| 36                             | 6.88E+09     | 3.09E+08    | 2.33E+08     | 4.71E+08    | 1.56E+08    |
| 37                             | 8.30E+09     | 2.94E+08    | 2.75E+08     | 3.29E+08    | 1.75E+08    |
| 38                             | 1.83E+10     | 2.83E+08    | 2.62E+08     | 3.27E+08    | 1.70E+08    |
| 39                             | 1.87E+10     | 2.89E+08    | 2.06E+08     | 1.97E+08    | 1.62E+08    |
| 40                             | 1.51E+10     | 3.53E+08    | 2.20E+08     | 3.13E+08    | 3.36E+08    |
| 41                             | 8.62E+09     | 4.31E+08    | 2.22E+08     | 2.62E+08    | 2.25E+08    |
| 42                             | 7.15E+09     | 4.75E+08    | 2.29E+08     | 2.97E+08    | 1.51E+08    |
| 43                             | 5.07E+09     | 4.70E+08    | 2.40E+08     | 2.29E+08    | 1.56E+08    |
| 44                             | 7.17E+09     | 4.26E+08    | 2.52E+08     | 1.75E+08    | 3.98E+08    |
| 45                             | 7.96E+09     | 3.64E+08    | 3.16E+08     | 1.84E+08    | 5.74E+08    |
| 46                             | 5.60E+09     | 3.43E+08    | 3.26E+08     | 4.01E+08    | 2.25E+08    |
| 47                             | 2.16E+09     | 5.77E+08    | 3.59E+08     | 6.74E+08    | 3.02E+08    |
| 48                             | 2.92E+09     | 8.03E+08    | 2.80E+08     | 3.41E+08    | 3.22E+08    |
| 49                             | 1.49E+09     | 3.88E+08    | 2.39E+08     | 7.78E+08    | 2.13E+08    |
| 50                             | 1.34E+09     | 3.78E+08    | 2.66E+08     | 4.96E+08    | 1.74E+08    |
|                                |              |             |              |             |             |
| <b>NS"A"</b>                   | 3.89E+11     | 2.91E+10    | 1.54E+10     | 1.51E+10    | 1.06E+10    |
| <b>NSCE</b>                    | 1.25E+10     | 9.30E+08    | 4.92E+08     | 4.85E+08    | 3.40E+08    |

| <b>PUNTO # 3 MEDICIONES</b> |              |             |              |             |             |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>              | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                           | 97           | 92          | 86           | 84          | 85          |
| 2                           | 97           | 90          | 85           | 84          | 81          |
| 3                           | 98           | 89          | 86           | 84          | 83          |
| 4                           | 98           | 89          | 86           | 85          | 85          |
| 5                           | 98           | 89          | 86           | 84          | 82          |
| 6                           | 100          | 88          | 86           | 84          | 82          |
| 7                           | 101          | 88          | 86           | 84          | 82          |
| 8                           | 99           | 87          | 86           | 84          | 83          |
| 9                           | 99           | 87          | 85           | 84          | 82          |
| 10                          | 98           | 87          | 86           | 84          | 82          |
| 11                          | 98           | 87          | 86           | 84          | 82          |
| 12                          | 99           | 87          | 86           | 83          | 82          |
| 13                          | 99           | 86          | 87           | 84          | 82          |
| 14                          | 99           | 86          | 86           | 84          | 84          |
| 15                          | 99           | 87          | 86           | 84          | 83          |
| 16                          | 99           | 86          | 86           | 88          | 83          |
| 17                          | 99           | 86          | 85           | 84          | 84          |
| 18                          | 99           | 86          | 86           | 87          | 82          |
| 19                          | 99           | 87          | 85           | 85          | 83          |
| 20                          | 99           | 88          | 85           | 87          | 83          |
| 21                          | 100          | 88          | 84           | 85          | 83          |
| 22                          | 99           | 89          | 85           | 84          | 83          |
| 23                          | 100          | 91          | 85           | 84          | 83          |
| 24                          | 100          | 91          | 85           | 84          | 82          |
| 25                          | 99           | 90          | 84           | 84          | 83          |
| 26                          | 99           | 88          | 83           | 84          | 82          |
| 27                          | 100          | 88          | 83           | 84          | 83          |
| 28                          | 100          | 88          | 83           | 83          | 82          |
| 29                          | 100          | 87          | 84           | 84          | 82          |
| 30                          | 99           | 88          | 84           | 84          | 82          |
| 31                          | 98           | 88          | 84           | 84          | 83          |
| 32                          | 98           | 88          | 84           | 84          | 85          |
| 33                          | 98           | 88          | 84           | 84          | 84          |
| 34                          | 97           | 86          | 84           | 84          | 82          |
| 35                          | 97           | 85          | 84           | 84          | 84          |
| 36                          | 98           | 85          | 84           | 87          | 82          |
| 37                          | 99           | 85          | 84           | 85          | 82          |
| 38                          | 103          | 85          | 84           | 85          | 82          |
| 39                          | 103          | 85          | 83           | 83          | 82          |
| 40                          | 102          | 85          | 83           | 85          | 85          |
| 41                          | 99           | 86          | 83           | 84          | 84          |
| 42                          | 99           | 87          | 84           | 85          | 82          |
| 43                          | 97           | 87          | 84           | 84          | 82          |
| 44                          | 99           | 86          | 84           | 82          | 86          |
| 45                          | 99           | 86          | 85           | 83          | 88          |
| 46                          | 97           | 85          | 85           | 86          | 84          |
| 47                          | 93           | 88          | 86           | 88          | 85          |
| 48                          | 95           | 89          | 84           | 85          | 85          |
| 49                          | 92           | 86          | 84           | 89          | 83          |
| 50                          | 91           | 86          | 84           | 87          | 82          |
| <b>NS"A"</b>                | 99           | 88          | 85           | 85          | 83          |
| <b>NSCE</b>                 | <b>93</b>    | <b>TMPE</b> |              |             | <b>4.34</b> |

| PUNTO # 3 CALCULOS |          |          |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MUESTRA            | 1ero.    | 2do.     | 3ero.    | 4to.     | 5to.     |
| 1                  | 4.94E+09 | 1.59E+09 | 3.91E+08 | 2.58E+08 | 3.32E+08 |
| 2                  | 4.55E+09 | 1.06E+09 | 3.43E+08 | 2.26E+08 | 1.27E+08 |
| 3                  | 6.20E+09 | 7.55E+08 | 3.62E+08 | 2.33E+08 | 1.99E+08 |
| 4                  | 6.82E+09 | 8.52E+08 | 3.64E+08 | 2.96E+08 | 2.87E+08 |
| 5                  | 6.69E+09 | 7.87E+08 | 3.79E+08 | 2.39E+08 | 1.70E+08 |
| 6                  | 9.99E+09 | 5.82E+08 | 4.37E+08 | 2.61E+08 | 1.66E+08 |
| 7                  | 1.14E+10 | 5.66E+08 | 3.83E+08 | 2.24E+08 | 1.61E+08 |
| 8                  | 7.76E+09 | 5.52E+08 | 3.80E+08 | 2.33E+08 | 1.83E+08 |
| 9                  | 7.48E+09 | 4.52E+08 | 3.49E+08 | 2.32E+08 | 1.50E+08 |
| 10                 | 7.04E+09 | 4.54E+08 | 3.90E+08 | 2.27E+08 | 1.50E+08 |
| 11                 | 6.45E+09 | 5.22E+08 | 4.00E+08 | 2.31E+08 | 1.68E+08 |
| 12                 | 8.18E+09 | 5.03E+08 | 4.40E+08 | 2.22E+08 | 1.75E+08 |
| 13                 | 8.14E+09 | 4.15E+08 | 5.15E+08 | 2.38E+08 | 1.57E+08 |
| 14                 | 7.91E+09 | 4.37E+08 | 4.04E+08 | 2.40E+08 | 2.52E+08 |
| 15                 | 7.61E+09 | 4.56E+08 | 4.22E+08 | 2.34E+08 | 2.09E+08 |
| 16                 | 8.21E+09 | 4.36E+08 | 3.73E+08 | 6.70E+08 | 2.07E+08 |
| 17                 | 8.13E+09 | 4.32E+08 | 3.46E+08 | 2.60E+08 | 2.30E+08 |
| 18                 | 7.84E+09 | 4.14E+08 | 3.60E+08 | 5.61E+08 | 1.55E+08 |
| 19                 | 7.88E+09 | 4.93E+08 | 3.34E+08 | 3.23E+08 | 1.90E+08 |
| 20                 | 8.71E+09 | 6.60E+08 | 3.06E+08 | 4.60E+08 | 2.11E+08 |
| 21                 | 9.35E+09 | 6.88E+08 | 2.69E+08 | 3.31E+08 | 2.15E+08 |
| 22                 | 8.77E+09 | 8.67E+08 | 2.85E+08 | 2.61E+08 | 2.17E+08 |
| 23                 | 9.40E+09 | 1.17E+09 | 3.06E+08 | 2.44E+08 | 1.94E+08 |
| 24                 | 9.05E+09 | 1.13E+09 | 3.18E+08 | 2.34E+08 | 1.76E+08 |
| 25                 | 8.12E+09 | 9.43E+08 | 2.75E+08 | 2.39E+08 | 2.04E+08 |
| 26                 | 7.81E+09 | 7.05E+08 | 2.17E+08 | 2.33E+08 | 1.48E+08 |
| 27                 | 8.95E+09 | 6.47E+08 | 1.92E+08 | 2.38E+08 | 1.91E+08 |
| 28                 | 1.05E+10 | 6.39E+08 | 2.05E+08 | 2.20E+08 | 1.59E+08 |
| 29                 | 1.08E+10 | 5.39E+08 | 2.55E+08 | 2.65E+08 | 1.49E+08 |
| 30                 | 8.15E+09 | 5.64E+08 | 2.34E+08 | 2.34E+08 | 1.53E+08 |
| 31                 | 6.16E+09 | 6.30E+08 | 2.36E+08 | 2.43E+08 | 1.98E+08 |
| 32                 | 6.98E+09 | 6.32E+08 | 2.36E+08 | 2.43E+08 | 3.37E+08 |
| 33                 | 6.24E+09 | 6.04E+08 | 2.54E+08 | 2.81E+08 | 2.44E+08 |
| 34                 | 5.12E+09 | 4.12E+08 | 2.52E+08 | 2.58E+08 | 1.68E+08 |
| 35                 | 5.16E+09 | 2.89E+08 | 2.35E+08 | 2.81E+08 | 2.61E+08 |
| 36                 | 6.88E+09 | 3.09E+08 | 2.33E+08 | 4.71E+08 | 1.56E+08 |
| 37                 | 8.30E+09 | 2.94E+08 | 2.75E+08 | 3.29E+08 | 1.75E+08 |
| 38                 | 1.83E+10 | 2.83E+08 | 2.62E+08 | 3.27E+08 | 1.70E+08 |
| 39                 | 1.87E+10 | 2.89E+08 | 2.06E+08 | 1.97E+08 | 1.62E+08 |
| 40                 | 1.51E+10 | 3.53E+08 | 2.20E+08 | 3.13E+08 | 3.36E+08 |
| 41                 | 8.62E+09 | 4.31E+08 | 2.22E+08 | 2.62E+08 | 2.25E+08 |
| 42                 | 7.15E+09 | 4.75E+08 | 2.29E+08 | 2.97E+08 | 1.51E+08 |
| 43                 | 5.07E+09 | 4.70E+08 | 2.40E+08 | 2.29E+08 | 1.56E+08 |
| 44                 | 7.17E+09 | 4.26E+08 | 2.52E+08 | 1.75E+08 | 3.98E+08 |
| 45                 | 7.96E+09 | 3.64E+08 | 3.16E+08 | 1.84E+08 | 5.74E+08 |
| 46                 | 5.60E+09 | 3.43E+08 | 3.26E+08 | 4.01E+08 | 2.25E+08 |
| 47                 | 2.16E+09 | 5.77E+08 | 3.59E+08 | 6.74E+08 | 3.02E+08 |
| 48                 | 2.92E+09 | 8.03E+08 | 2.80E+08 | 3.41E+08 | 3.22E+08 |
| 49                 | 1.49E+09 | 3.88E+08 | 2.39E+08 | 7.78E+08 | 2.13E+08 |
| 50                 | 1.34E+09 | 3.78E+08 | 2.66E+08 | 4.96E+08 | 1.74E+08 |
|                    |          |          |          |          |          |
| <b>NS"A"</b>       | 3.89E+11 | 2.91E+10 | 1.54E+10 | 1.51E+10 | 1.06E+10 |
| <b>NSCE</b>        | 1.25E+10 | 9.30E+08 | 4.92E+08 | 4.85E+08 | 3.40E+08 |

| <b>PUNTO # 4 MEDICIONES</b> |              |             |              |             |             |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>              | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                           | 89           | 85          | 83           | 98          | 89          |
| 2                           | 89           | 83          | 82           | 98          | 89          |
| 3                           | 89           | 83          | 82           | 99          | 89          |
| 4                           | 89           | 83          | 82           | 81          | 89          |
| 5                           | 89           | 83          | 82           | 81          | 89          |
| 6                           | 90           | 84          | 82           | 81          | 90          |
| 7                           | 90           | 84          | 81           | 83          | 90          |
| 8                           | 90           | 86          | 81           | 85          | 90          |
| 9                           | 90           | 86          | 81           | 86          | 90          |
| 10                          | 91           | 86          | 81           | 82          | 91          |
| 11                          | 91           | 87          | 82           | 86          | 91          |
| 12                          | 92           | 88          | 82           | 82          | 92          |
| 13                          | 92           | 89          | 82           | 82          | 92          |
| 14                          | 92           | 90          | 82           | 82          | 92          |
| 15                          | 93           | 91          | 84           | 83          | 93          |
| 16                          | 93           | 92          | 82           | 87          | 93          |
| 17                          | 94           | 92          | 82           | 87          | 94          |
| 18                          | 94           | 91          | 84           | 84          | 94          |
| 19                          | 95           | 91          | 87           | 84          | 95          |
| 20                          | 95           | 93          | 86           | 84          | 95          |
| 21                          | 95           | 92          | 89           | 85          | 95          |
| 22                          | 96           | 92          | 89           | 86          | 96          |
| 23                          | 96           | 92          | 90           | 86          | 96          |
| 24                          | 95           | 92          | 90           | 86          | 95          |
| 25                          | 95           | 93          | 93           | 87          | 95          |
| 26                          | 94           | 94          | 94           | 87          | 94          |
| 27                          | 92           | 93          | 96           | 87          | 92          |
| 28                          | 92           | 92          | 95           | 86          | 92          |
| 29                          | 91           | 90          | 96           | 85          | 91          |
| 30                          | 90           | 90          | 96           | 86          | 90          |
| 31                          | 89           | 88          | 99           | 86          | 89          |
| 32                          | 90           | 88          | 99           | 86          | 90          |
| 33                          | 89           | 86          | 99           | 94          | 89          |
| 34                          | 89           | 85          | 97           | 94          | 89          |
| 35                          | 89           | 84          | 98           | 94          | 89          |
| 36                          | 88           | 84          | 101          | 93          | 88          |
| 37                          | 86           | 84          | 99           | 92          | 86          |
| 38                          | 86           | 84          | 99           | 91          | 86          |
| 39                          | 87           | 84          | 100          | 90          | 87          |
| 40                          | 85           | 85          | 100          | 96          | 85          |
| 41                          | 85           | 85          | 101          | 108         | 85          |
| 42                          | 85           | 85          | 100          | 108         | 85          |
| 43                          | 85           | 86          | 100          | 107         | 85          |
| 44                          | 84           | 86          | 99           | 106         | 84          |
| 45                          | 84           | 86          | 100          | 103         | 84          |
| 46                          | 84           | 87          | 100          | 99          | 84          |
| 47                          | 84           | 86          | 98           | 97          | 84          |
| 48                          | 86           | 86          | 98           | 95          | 86          |
| 49                          | 85           | 84          | 97           | 95          | 85          |
| 50                          | 84           | 84          | 98           | 94          | 84          |
| <b>NS"A"</b>                | <b>91</b>    | <b>89</b>   | <b>96</b>    | <b>98</b>   | <b>91</b>   |
| <b>NSCE</b>                 | <b>94</b>    | <b>TMPE</b> |              |             | <b>3.00</b> |

| <b>PUNTO # 4 CALCULOS</b> |              |             |              |             |             |
|---------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>            | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                         | 8.15E+08     | 3.24E+08    | 2.00E+08     | 6.94E+09    | 8.15E+08    |
| 2                         | 7.76E+08     | 2.09E+08    | 1.70E+08     | 6.58E+09    | 7.76E+08    |
| 3                         | 7.44E+08     | 2.18E+08    | 1.56E+08     | 7.82E+09    | 7.44E+08    |
| 4                         | 7.95E+08     | 2.07E+08    | 1.48E+08     | 1.15E+08    | 7.95E+08    |
| 5                         | 8.80E+08     | 2.20E+08    | 1.54E+08     | 1.38E+08    | 8.80E+08    |
| 6                         | 9.57E+08     | 2.74E+08    | 1.67E+08     | 1.31E+08    | 9.57E+08    |
| 7                         | 9.83E+08     | 2.66E+08    | 1.38E+08     | 2.20E+08    | 9.83E+08    |
| 8                         | 9.92E+08     | 3.81E+08    | 1.34E+08     | 3.08E+08    | 9.92E+08    |
| 9                         | 9.49E+08     | 3.80E+08    | 1.24E+08     | 3.79E+08    | 9.49E+08    |
| 10                        | 1.12E+09     | 3.95E+08    | 1.25E+08     | 1.73E+08    | 1.12E+09    |
| 11                        | 1.34E+09     | 5.12E+08    | 1.44E+08     | 4.14E+08    | 1.34E+09    |
| 12                        | 1.55E+09     | 5.93E+08    | 1.42E+08     | 1.50E+08    | 1.55E+09    |
| 13                        | 1.55E+09     | 8.54E+08    | 1.49E+08     | 1.49E+08    | 1.55E+09    |
| 14                        | 1.61E+09     | 9.26E+08    | 1.70E+08     | 1.58E+08    | 1.61E+09    |
| 15                        | 1.81E+09     | 1.22E+09    | 2.37E+08     | 1.83E+08    | 1.81E+09    |
| 16                        | 1.96E+09     | 1.58E+09    | 1.67E+08     | 5.53E+08    | 1.96E+09    |
| 17                        | 2.26E+09     | 1.47E+09    | 1.53E+08     | 5.47E+08    | 2.26E+09    |
| 18                        | 2.57E+09     | 1.23E+09    | 2.73E+08     | 2.54E+08    | 2.57E+09    |
| 19                        | 3.06E+09     | 1.26E+09    | 4.77E+08     | 2.79E+08    | 3.06E+09    |
| 20                        | 3.22E+09     | 1.82E+09    | 4.04E+08     | 2.76E+08    | 3.22E+09    |
| 21                        | 3.40E+09     | 1.49E+09    | 7.75E+08     | 3.07E+08    | 3.40E+09    |
| 22                        | 3.81E+09     | 1.75E+09    | 8.14E+08     | 3.64E+08    | 3.81E+09    |
| 23                        | 3.87E+09     | 1.44E+09    | 1.09E+09     | 3.65E+08    | 3.87E+09    |
| 24                        | 3.39E+09     | 1.49E+09    | 1.05E+09     | 3.91E+08    | 3.39E+09    |
| 25                        | 3.19E+09     | 1.96E+09    | 1.87E+09     | 5.34E+08    | 3.19E+09    |
| 26                        | 2.43E+09     | 2.31E+09    | 2.27E+09     | 4.90E+08    | 2.43E+09    |
| 27                        | 1.67E+09     | 1.85E+09    | 3.79E+09     | 4.92E+08    | 1.67E+09    |
| 28                        | 1.44E+09     | 1.42E+09    | 3.19E+09     | 4.01E+08    | 1.44E+09    |
| 29                        | 1.35E+09     | 1.07E+09    | 4.43E+09     | 3.48E+08    | 1.35E+09    |
| 30                        | 9.74E+08     | 9.49E+08    | 4.30E+09     | 3.84E+08    | 9.74E+08    |
| 31                        | 8.13E+08     | 6.37E+08    | 7.38E+09     | 3.63E+08    | 8.13E+08    |
| 32                        | 9.39E+08     | 6.52E+08    | 8.48E+09     | 3.77E+08    | 9.39E+08    |
| 33                        | 8.50E+08     | 3.99E+08    | 8.07E+09     | 2.29E+09    | 8.50E+08    |
| 34                        | 8.72E+08     | 3.50E+08    | 5.34E+09     | 2.60E+09    | 8.72E+08    |
| 35                        | 7.90E+08     | 2.63E+08    | 5.81E+09     | 2.34E+09    | 7.90E+08    |
| 36                        | 6.57E+08     | 2.39E+08    | 1.28E+10     | 1.95E+09    | 6.57E+08    |
| 37                        | 4.44E+08     | 2.36E+08    | 7.85E+09     | 1.56E+09    | 4.44E+08    |
| 38                        | 3.86E+08     | 2.39E+08    | 8.35E+09     | 1.34E+09    | 3.86E+08    |
| 39                        | 4.56E+08     | 2.55E+08    | 9.96E+09     | 9.89E+08    | 4.56E+08    |
| 40                        | 3.47E+08     | 2.94E+08    | 1.08E+10     | 4.30E+09    | 3.47E+08    |
| 41                        | 3.23E+08     | 3.11E+08    | 1.28E+10     | 5.63E+10    | 3.23E+08    |
| 42                        | 3.26E+08     | 3.29E+08    | 9.48E+09     | 6.31E+10    | 3.26E+08    |
| 43                        | 3.06E+08     | 3.91E+08    | 9.08E+09     | 5.02E+10    | 3.06E+08    |
| 44                        | 2.70E+08     | 4.25E+08    | 7.27E+09     | 4.03E+10    | 2.70E+08    |
| 45                        | 2.36E+08     | 4.27E+08    | 9.97E+09     | 2.02E+10    | 2.36E+08    |
| 46                        | 2.25E+08     | 4.49E+08    | 1.12E+10     | 8.16E+09    | 2.25E+08    |
| 47                        | 2.27E+08     | 4.17E+08    | 6.83E+09     | 4.68E+09    | 2.27E+08    |
| 48                        | 3.58E+08     | 4.16E+08    | 6.25E+09     | 3.30E+09    | 3.58E+08    |
| 49                        | 3.11E+08     | 2.80E+08    | 4.73E+09     | 3.42E+09    | 3.11E+08    |
| 50                        | 2.58E+08     | 2.35E+08    | 6.72E+09     | 2.32E+09    | 2.58E+08    |
|                           |              |             |              |             |             |
| <b>NS"A"</b>              | 6.48E+10     | 3.73E+10    | 1.97E+11     | 3.00E+11    | 6.48E+10    |
| <b>NSCE</b>               | 2.08E+09     | 1.19E+09    | 6.29E+09     | 9.59E+09    | 2.08E+09    |

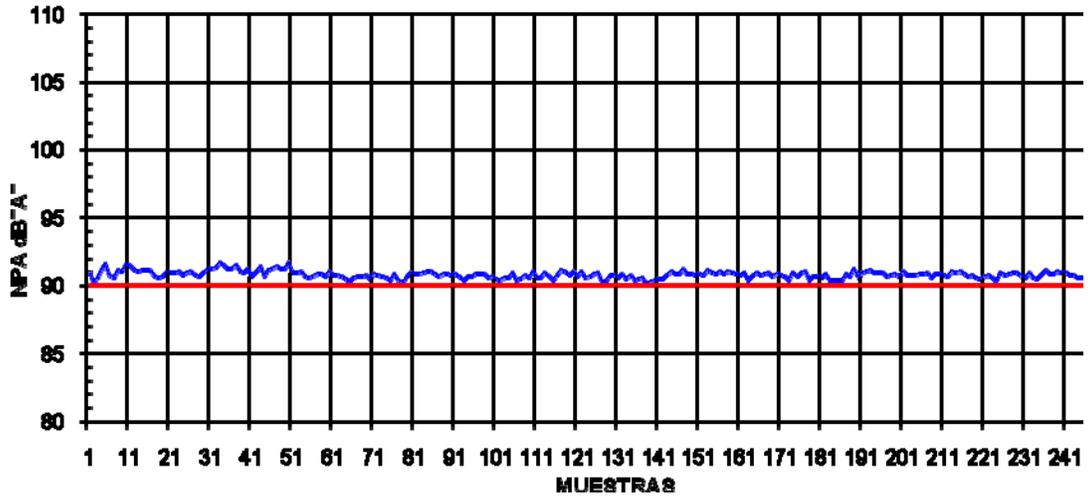
| <b>PUNTO # 5 MEDICIONES</b> |              |             |              |             |              |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>MUESTRA</b>              | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b>  |
| 1                           | 75           | 71          | 81           | 77          | 77           |
| 2                           | 73           | 68          | 82           | 77          | 77           |
| 3                           | 78           | 75          | 81           | 76          | 77           |
| 4                           | 77           | 77          | 81           | 76          | 77           |
| 5                           | 75           | 75          | 81           | 77          | 76           |
| 6                           | 75           | 75          | 81           | 76          | 76           |
| 7                           | 74           | 76          | 81           | 76          | 75           |
| 8                           | 73           | 75          | 82           | 77          | 78           |
| 9                           | 73           | 81          | 81           | 77          | 77           |
| 10                          | 76           | 82          | 81           | 76          | 75           |
| 11                          | 74           | 82          | 81           | 77          | 75           |
| 12                          | 74           | 82          | 81           | 76          | 78           |
| 13                          | 74           | 83          | 81           | 76          | 78           |
| 14                          | 74           | 82          | 81           | 76          | 78           |
| 15                          | 76           | 81          | 82           | 76          | 78           |
| 16                          | 78           | 82          | 81           | 75          | 79           |
| 17                          | 79           | 82          | 81           | 76          | 81           |
| 18                          | 76           | 81          | 81           | 76          | 79           |
| 19                          | 75           | 82          | 81           | 76          | 79           |
| 20                          | 76           | 83          | 81           | 77          | 80           |
| 21                          | 78           | 82          | 84           | 78          | 80           |
| 22                          | 78           | 83          | 84           | 79          | 79           |
| 23                          | 76           | 81          | 81           | 78          | 79           |
| 24                          | 79           | 82          | 82           | 78          | 80           |
| 25                          | 78           | 81          | 82           | 78          | 80           |
| 26                          | 77           | 82          | 81           | 78          | 79           |
| 27                          | 77           | 82          | 81           | 78          | 80           |
| 28                          | 77           | 81          | 81           | 77          | 80           |
| 29                          | 77           | 81          | 82           | 78          | 79           |
| 30                          | 78           | 82          | 81           | 78          | 78           |
| 31                          | 78           | 82          | 79           | 78          | 78           |
| 32                          | 77           | 82          | 78           | 78          | 78           |
| 33                          | 78           | 81          | 77           | 78          | 79           |
| 34                          | 77           | 81          | 77           | 78          | 78           |
| 35                          | 77           | 81          | 78           | 78          | 79           |
| 36                          | 78           | 82          | 76           | 78          | 81           |
| 37                          | 78           | 82          | 75           | 78          | 83           |
| 38                          | 77           | 81          | 76           | 78          | 83           |
| 39                          | 77           | 81          | 76           | 77          | 82           |
| 40                          | 78           | 81          | 76           | 78          | 81           |
| 41                          | 77           | 81          | 75           | 77          | 81           |
| 42                          | 77           | 81          | 75           | 77          | 81           |
| 43                          | 78           | 82          | 77           | 77          | 81           |
| 44                          | 77           | 81          | 77           | 77          | 81           |
| 45                          | 78           | 81          | 77           | 77          | 81           |
| 46                          | 77           | 82          | 76           | 78          | 81           |
| 47                          | 77           | 81          | 76           | 77          | 82           |
| 48                          | 77           | 81          | 76           | 77          | 82           |
| 49                          | 77           | 81          | 76           | 77          | 82           |
| 50                          | 74           | 81          | 77           | 77          | 82           |
| <b>NS"A"</b>                | 77           | 81          | 80           | 77          | 80           |
| <b>NSCE</b>                 | <b>79</b>    | <b>TMPE</b> |              |             | <b>95.45</b> |

| <b>CALCULOS</b> |              |             |              |             |             |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>  | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b> | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1               | 3.02E+07     | 1.22E+07    | 1.27E+08     | 4.68E+07    | 5.28E+07    |
| 2               | 1.89E+07     | 5.78E+06    | 1.52E+08     | 4.47E+07    | 5.14E+07    |
| 3               | 5.72E+07     | 3.49E+07    | 1.27E+08     | 4.36E+07    | 5.38E+07    |
| 4               | 4.91E+07     | 4.82E+07    | 1.26E+08     | 4.35E+07    | 5.59E+07    |
| 5               | 2.88E+07     | 3.48E+07    | 1.33E+08     | 5.06E+07    | 4.08E+07    |
| 6               | 3.05E+07     | 2.88E+07    | 1.35E+08     | 3.75E+07    | 3.62E+07    |
| 7               | 2.50E+07     | 3.58E+07    | 1.40E+08     | 3.93E+07    | 3.36E+07    |
| 8               | 2.00E+07     | 3.53E+07    | 1.41E+08     | 5.46E+07    | 5.84E+07    |
| 9               | 1.96E+07     | 1.14E+08    | 1.31E+08     | 5.11E+07    | 4.55E+07    |
| 10              | 3.81E+07     | 1.71E+08    | 1.24E+08     | 4.25E+07    | 3.31E+07    |
| 11              | 2.34E+07     | 1.41E+08    | 1.37E+08     | 4.74E+07    | 3.24E+07    |
| 12              | 2.81E+07     | 1.43E+08    | 1.32E+08     | 3.97E+07    | 6.56E+07    |
| 13              | 2.48E+07     | 2.08E+08    | 1.32E+08     | 4.04E+07    | 6.13E+07    |
| 14              | 2.72E+07     | 1.53E+08    | 1.28E+08     | 4.15E+07    | 6.83E+07    |
| 15              | 4.27E+07     | 1.33E+08    | 1.45E+08     | 4.33E+07    | 7.05E+07    |
| 16              | 6.04E+07     | 1.61E+08    | 1.34E+08     | 3.54E+07    | 8.60E+07    |
| 17              | 8.69E+07     | 1.48E+08    | 1.18E+08     | 4.29E+07    | 1.21E+08    |
| 18              | 3.68E+07     | 1.19E+08    | 1.32E+08     | 3.78E+07    | 8.58E+07    |
| 19              | 3.40E+07     | 1.47E+08    | 1.18E+08     | 4.13E+07    | 8.02E+07    |
| 20              | 3.91E+07     | 1.80E+08    | 1.31E+08     | 4.90E+07    | 9.53E+07    |
| 21              | 5.76E+07     | 1.47E+08    | 2.48E+08     | 5.73E+07    | 9.46E+07    |
| 22              | 6.69E+07     | 1.81E+08    | 2.81E+08     | 8.01E+07    | 7.70E+07    |
| 23              | 4.01E+07     | 1.37E+08    | 1.28E+08     | 7.04E+07    | 7.68E+07    |
| 24              | 7.48E+07     | 1.49E+08    | 1.43E+08     | 6.46E+07    | 9.48E+07    |
| 25              | 6.10E+07     | 1.33E+08    | 1.41E+08     | 5.81E+07    | 9.45E+07    |
| 26              | 5.09E+07     | 1.44E+08    | 1.28E+08     | 5.83E+07    | 8.53E+07    |
| 27              | 4.86E+07     | 1.52E+08    | 1.39E+08     | 6.14E+07    | 9.73E+07    |
| 28              | 4.98E+07     | 1.29E+08    | 1.35E+08     | 5.56E+07    | 1.12E+08    |
| 29              | 5.19E+07     | 1.39E+08    | 1.52E+08     | 6.36E+07    | 7.98E+07    |
| 30              | 6.12E+07     | 1.42E+08    | 1.23E+08     | 6.62E+07    | 6.49E+07    |
| 31              | 5.64E+07     | 1.46E+08    | 8.70E+07     | 6.01E+07    | 5.73E+07    |
| 32              | 5.62E+07     | 1.46E+08    | 6.57E+07     | 5.85E+07    | 6.96E+07    |
| 33              | 6.04E+07     | 1.33E+08    | 4.89E+07     | 5.88E+07    | 7.78E+07    |
| 34              | 5.02E+07     | 1.26E+08    | 5.13E+07     | 6.30E+07    | 6.68E+07    |
| 35              | 5.02E+07     | 1.35E+08    | 6.61E+07     | 5.97E+07    | 8.33E+07    |
| 36              | 6.04E+07     | 1.41E+08    | 3.78E+07     | 5.81E+07    | 1.21E+08    |
| 37              | 6.83E+07     | 1.65E+08    | 3.37E+07     | 6.38E+07    | 1.84E+08    |
| 38              | 5.43E+07     | 1.37E+08    | 3.92E+07     | 6.74E+07    | 1.99E+08    |
| 39              | 5.29E+07     | 1.33E+08    | 3.77E+07     | 5.53E+07    | 1.55E+08    |
| 40              | 5.94E+07     | 1.24E+08    | 3.72E+07     | 5.81E+07    | 1.24E+08    |
| 41              | 4.96E+07     | 1.24E+08    | 3.14E+07     | 5.55E+07    | 1.26E+08    |
| 42              | 4.65E+07     | 1.36E+08    | 2.84E+07     | 5.46E+07    | 1.37E+08    |
| 43              | 5.98E+07     | 1.44E+08    | 5.61E+07     | 5.17E+07    | 1.26E+08    |
| 44              | 5.24E+07     | 1.35E+08    | 4.71E+07     | 5.29E+07    | 1.22E+08    |
| 45              | 6.16E+07     | 1.41E+08    | 4.80E+07     | 5.30E+07    | 1.30E+08    |
| 46              | 5.35E+07     | 1.45E+08    | 4.11E+07     | 5.64E+07    | 1.39E+08    |
| 47              | 5.13E+07     | 1.37E+08    | 4.26E+07     | 5.16E+07    | 1.77E+08    |
| 48              | 5.56E+07     | 1.34E+08    | 3.96E+07     | 4.99E+07    | 1.71E+08    |
| 49              | 5.40E+07     | 1.31E+08    | 3.75E+07     | 4.60E+07    | 1.63E+08    |
| 50              | 2.72E+07     | 1.28E+08    | 4.84E+07     | 5.49E+07    | 1.60E+08    |
|                 |              |             |              |             |             |
| <b>NS"A"</b>    | 2.36E+09     | 6.25E+09    | 5.18E+09     | 2.64E+09    | 4.69E+09    |
| <b>NSCE</b>     | 7.56E+07     | 2.00E+08    | 1.66E+08     | 8.44E+07    | 1.50E+08    |

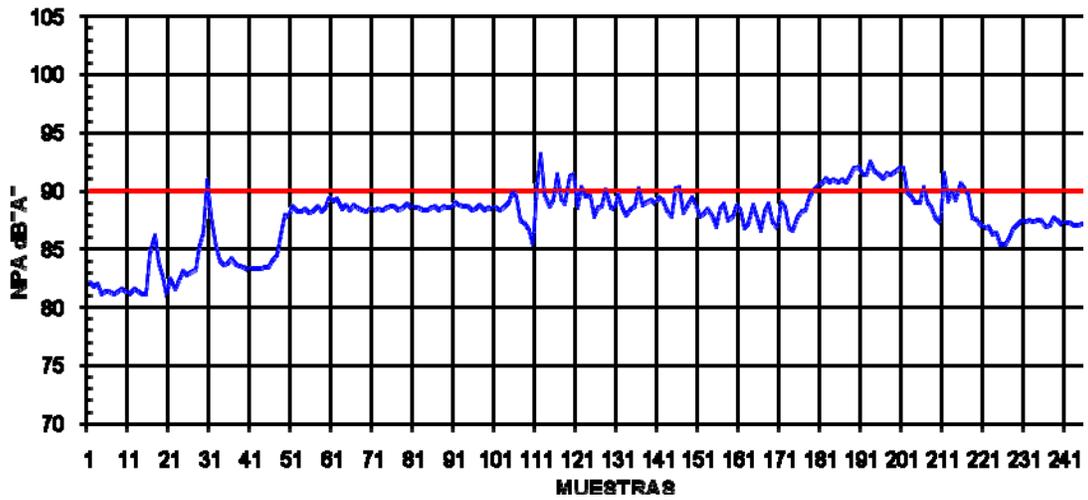
| <b>PUNTO # 6 MEDICIONES</b> |              |                   |              |             |             |
|-----------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>MUESTRA</b>              | <b>1ero.</b> | <b>2do.</b>       | <b>3ero.</b> | <b>4to.</b> | <b>5to.</b> |
| 1                           | 78           | 90                | 75           | 76          | 78          |
| 2                           | 79           | 87                | 75           | 76          | 79          |
| 3                           | 79           | 86                | 75           | 76          | 79          |
| 4                           | 78           | 89                | 76           | 76          | 78          |
| 5                           | 78           | 89                | 76           | 75          | 78          |
| 6                           | 78           | 88                | 76           | 79          | 78          |
| 7                           | 77           | 88                | 75           | 83          | 78          |
| 8                           | 79           | 86                | 75           | 76          | 78          |
| 9                           | 85           | 87                | 75           | 77          | 78          |
| 10                          | 86           | 89                | 75           | 79          | 79          |
| 11                          | 86           | 88                | 76           | 77          | 80          |
| 12                          | 83           | 84                | 75           | 76          | 80          |
| 13                          | 84           | 85                | 75           | 81          | 79          |
| 14                          | 85           | 83                | 75           | 89          | 79          |
| 15                          | 88           | 80                | 75           | 91          | 80          |
| 16                          | 89           | 79                | 75           | 80          | 79          |
| 17                          | 89           | 80                | 75           | 75          | 79          |
| 18                          | 86           | 81                | 75           | 75          | 79          |
| 19                          | 87           | 80                | 75           | 80          | 78          |
| 20                          | 86           | 79                | 78           | 75          | 79          |
| 21                          | 86           | 79                | 82           | 75          | 79          |
| 22                          | 87           | 77                | 83           | 75          | 80          |
| 23                          | 87           | 76                | 79           | 76          | 79          |
| 24                          | 87           | 76                | 75           | 77          | 79          |
| 25                          | 88           | 76                | 75           | 77          | 79          |
| 26                          | 88           | 75                | 76           | 77          | 78          |
| 27                          | 88           | 75                | 76           | 76          | 78          |
| 28                          | 88           | 75                | 75           | 75          | 78          |
| 29                          | 88           | 75                | 76           | 79          | 79          |
| 30                          | 88           | 75                | 75           | 77          | 78          |
| 31                          | 87           | 77                | 75           | 79          | 78          |
| 32                          | 87           | 76                | 76           | 77          | 79          |
| 33                          | 88           | 75                | 75           | 76          | 78          |
| 34                          | 87           | 75                | 75           | 81          | 80          |
| 35                          | 84           | 75                | 75           | 76          | 80          |
| 36                          | 86           | 75                | 77           | 77          | 80          |
| 37                          | 86           | 75                | 80           | 76          | 80          |
| 38                          | 84           | 75                | 79           | 75          | 80          |
| 39                          | 85           | 75                | 75           | 76          | 81          |
| 40                          | 86           | 75                | 75           | 76          | 80          |
| 41                          | 86           | 77                | 88           | 75          | 79          |
| 42                          | 86           | 75                | 76           | 75          | 79          |
| 43                          | 84           | 75                | 75           | 76          | 78          |
| 44                          | 90           | 76                | 76           | 75          | 79          |
| 45                          | 90           | 81                | 76           | 76          | 80          |
| 46                          | 92           | 81                | 75           | 76          | 78          |
| 47                          | 93           | 82                | 75           | 77          | 79          |
| 48                          | 92           | 81                | 75           | 77          | 79          |
| 49                          | 91           | 80                | 75           | 77          | 79          |
| 50                          | 91           | 75                | 75           | 77          | 79          |
| <b>NS"A"</b>                | 87           | 83                | 78           | 80          | 79          |
| <b>NSCE</b>                 | <b>83</b>    | <b>TMPE 42.12</b> |              |             |             |

| PUNTO # 6 CALCULOS |          |          |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MUESTRA            | 1ero.    | 2do.     | 3ero.    | 4to.     | 5to.     |
| 1                  | 6.67E+07 | 1.06E+09 | 3.11E+07 | 3.68E+07 | 5.83E+07 |
| 2                  | 7.24E+07 | 5.36E+08 | 3.22E+07 | 3.76E+07 | 7.57E+07 |
| 3                  | 7.48E+07 | 4.01E+08 | 3.24E+07 | 3.82E+07 | 7.57E+07 |
| 4                  | 7.01E+07 | 7.39E+08 | 3.68E+07 | 3.60E+07 | 6.91E+07 |
| 5                  | 6.17E+07 | 8.38E+08 | 3.62E+07 | 3.33E+07 | 6.55E+07 |
| 6                  | 6.32E+07 | 7.07E+08 | 3.71E+07 | 8.29E+07 | 6.69E+07 |
| 7                  | 5.37E+07 | 6.24E+08 | 3.18E+07 | 1.85E+08 | 6.75E+07 |
| 8                  | 7.92E+07 | 3.85E+08 | 3.37E+07 | 4.21E+07 | 6.61E+07 |
| 9                  | 3.40E+08 | 4.85E+08 | 3.15E+07 | 4.58E+07 | 6.37E+07 |
| 10                 | 4.31E+08 | 7.27E+08 | 3.15E+07 | 7.84E+07 | 8.39E+07 |
| 11                 | 3.68E+08 | 5.70E+08 | 3.58E+07 | 5.20E+07 | 9.65E+07 |
| 12                 | 2.11E+08 | 2.55E+08 | 3.53E+07 | 4.42E+07 | 1.08E+08 |
| 13                 | 2.26E+08 | 2.96E+08 | 3.40E+07 | 1.25E+08 | 7.88E+07 |
| 14                 | 3.34E+08 | 2.02E+08 | 3.05E+07 | 7.62E+08 | 7.43E+07 |
| 15                 | 6.23E+08 | 9.08E+07 | 3.34E+07 | 1.26E+09 | 9.42E+07 |
| 16                 | 7.50E+08 | 8.57E+07 | 3.23E+07 | 1.02E+08 | 7.77E+07 |
| 17                 | 7.40E+08 | 1.02E+08 | 3.53E+07 | 3.38E+07 | 7.79E+07 |
| 18                 | 3.91E+08 | 1.19E+08 | 3.12E+07 | 3.24E+07 | 7.26E+07 |
| 19                 | 5.05E+08 | 9.58E+07 | 3.29E+07 | 1.12E+08 | 6.86E+07 |
| 20                 | 4.06E+08 | 8.74E+07 | 5.95E+07 | 3.36E+07 | 7.10E+07 |
| 21                 | 4.11E+08 | 7.23E+07 | 1.57E+08 | 3.15E+07 | 7.41E+07 |
| 22                 | 4.86E+08 | 5.61E+07 | 1.85E+08 | 3.49E+07 | 9.39E+07 |
| 23                 | 4.77E+08 | 4.39E+07 | 8.87E+07 | 3.75E+07 | 7.33E+07 |
| 24                 | 5.09E+08 | 4.11E+07 | 3.27E+07 | 4.88E+07 | 7.80E+07 |
| 25                 | 5.70E+08 | 3.57E+07 | 3.18E+07 | 4.92E+07 | 7.35E+07 |
| 26                 | 6.04E+08 | 3.40E+07 | 3.79E+07 | 4.82E+07 | 6.48E+07 |
| 27                 | 6.58E+08 | 3.00E+07 | 3.77E+07 | 4.43E+07 | 6.72E+07 |
| 28                 | 6.03E+08 | 3.11E+07 | 3.46E+07 | 3.48E+07 | 6.83E+07 |
| 29                 | 6.01E+08 | 3.12E+07 | 3.93E+07 | 8.37E+07 | 7.47E+07 |
| 30                 | 6.18E+08 | 3.07E+07 | 3.39E+07 | 5.56E+07 | 6.80E+07 |
| 31                 | 5.61E+08 | 5.00E+07 | 3.31E+07 | 7.35E+07 | 6.89E+07 |
| 32                 | 5.46E+08 | 3.81E+07 | 4.40E+07 | 4.63E+07 | 7.23E+07 |
| 33                 | 6.20E+08 | 3.43E+07 | 3.29E+07 | 3.84E+07 | 7.07E+07 |
| 34                 | 5.19E+08 | 3.09E+07 | 3.31E+07 | 1.23E+08 | 9.63E+07 |
| 35                 | 2.52E+08 | 3.01E+07 | 3.38E+07 | 3.80E+07 | 9.19E+07 |
| 36                 | 4.22E+08 | 3.20E+07 | 4.62E+07 | 4.82E+07 | 1.10E+08 |
| 37                 | 3.74E+08 | 3.11E+07 | 1.11E+08 | 3.95E+07 | 9.43E+07 |
| 38                 | 2.66E+08 | 3.20E+07 | 8.64E+07 | 3.18E+07 | 1.02E+08 |
| 39                 | 3.53E+08 | 3.11E+07 | 3.25E+07 | 3.62E+07 | 1.13E+08 |
| 40                 | 3.58E+08 | 3.37E+07 | 3.28E+07 | 4.16E+07 | 9.79E+07 |
| 41                 | 4.41E+08 | 4.81E+07 | 6.94E+08 | 3.23E+07 | 7.82E+07 |
| 42                 | 3.95E+08 | 3.46E+07 | 4.03E+07 | 3.53E+07 | 7.64E+07 |
| 43                 | 2.27E+08 | 3.41E+07 | 3.37E+07 | 3.86E+07 | 6.63E+07 |
| 44                 | 9.87E+08 | 4.08E+07 | 3.62E+07 | 3.48E+07 | 7.94E+07 |
| 45                 | 1.10E+09 | 1.19E+08 | 3.82E+07 | 3.63E+07 | 9.40E+07 |
| 46                 | 1.44E+09 | 1.25E+08 | 3.38E+07 | 3.77E+07 | 6.71E+07 |
| 47                 | 1.81E+09 | 1.58E+08 | 3.29E+07 | 4.48E+07 | 8.07E+07 |
| 48                 | 1.70E+09 | 1.24E+08 | 3.38E+07 | 5.28E+07 | 8.62E+07 |
| 49                 | 1.37E+09 | 9.37E+07 | 3.42E+07 | 5.07E+07 | 7.49E+07 |
| 50                 | 1.23E+09 | 3.34E+07 | 3.49E+07 | 5.33E+07 | 7.61E+07 |
|                    |          |          |          |          |          |
| <b>NS"A"</b>       | 2.64E+10 | 9.97E+09 | 2.87E+09 | 4.58E+09 | 3.94E+09 |
| <b>NSCE</b>        | 8.44E+08 | 3.19E+08 | 9.19E+07 | 1.47E+08 | 1.26E+08 |

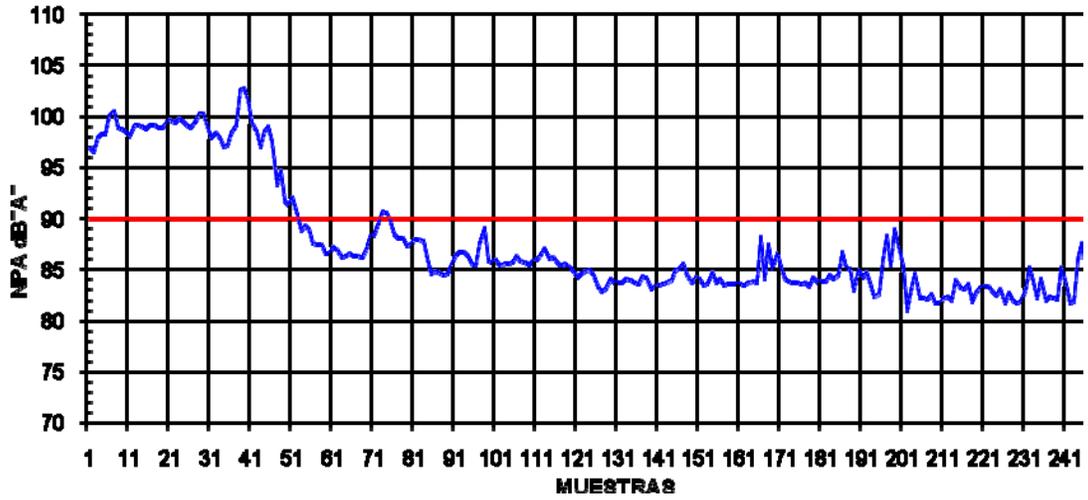
**NSCE DEL PUNTO # 1 = 91 dBA**



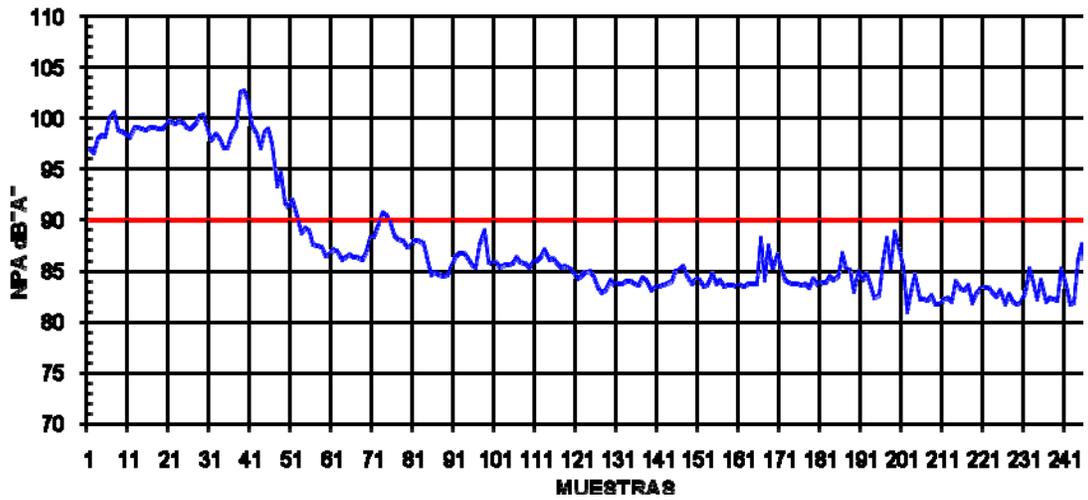
**NSCE DEL PUNTO # 2 = 88 dBA**



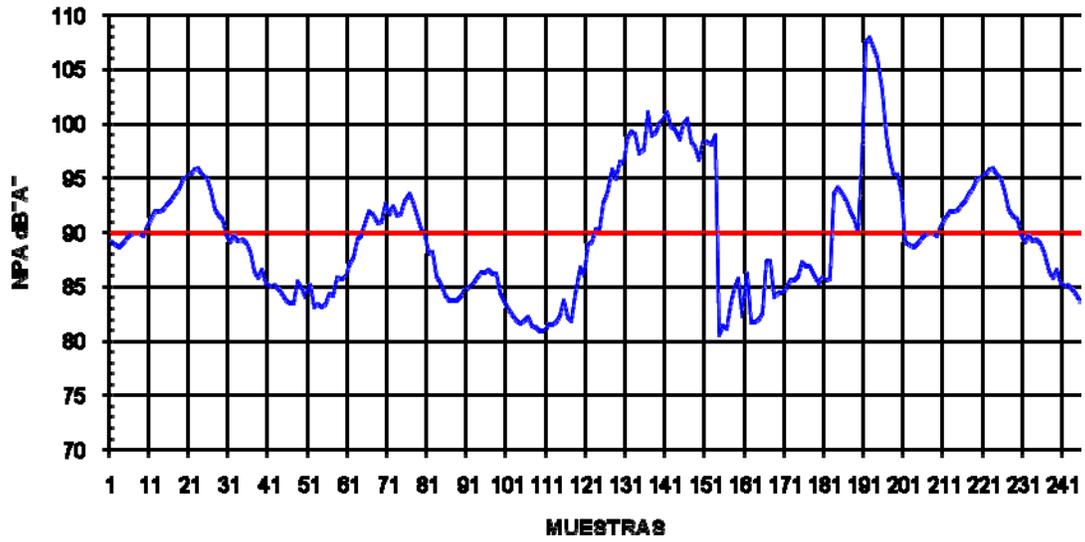
**NSCE DEL PUNTO # 2 = 93 dBA**



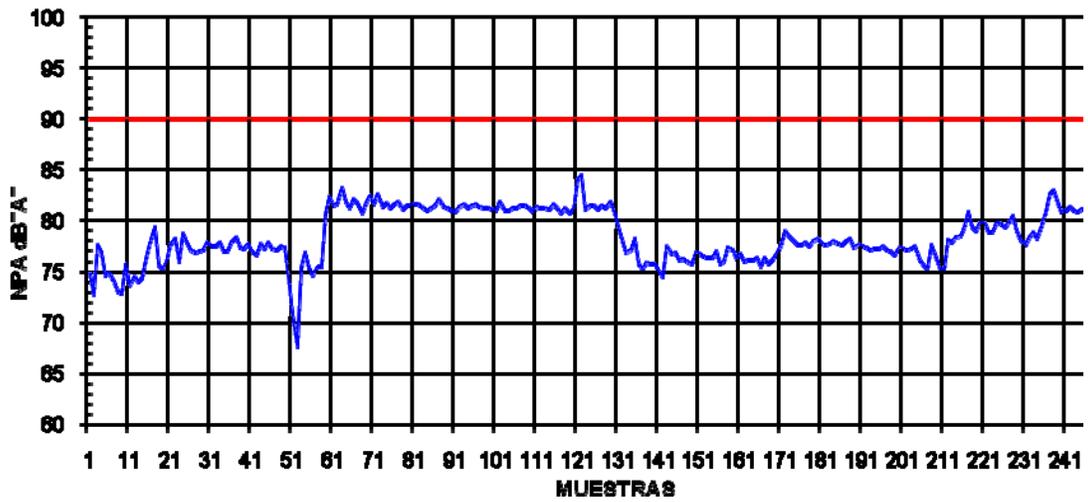
**NSCE DEL PUNTO # 3 = 93 dBA**



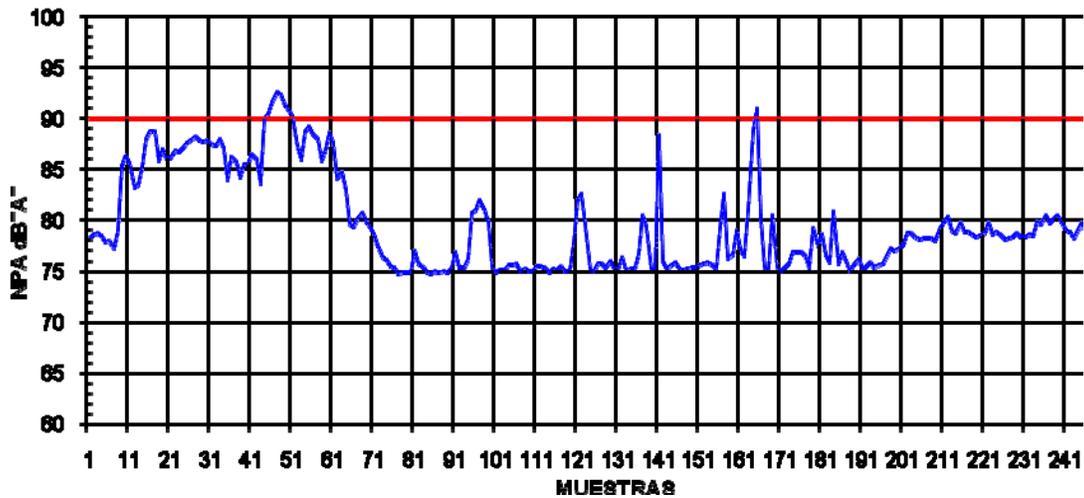
**NSCE DEL PUNTO # 4 = 94 dBA**



**NSCE DEL PUNTO # 5 = 79 dBA**



**NSCE DEL PUNTO # 6 = 83 dBA**



**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESION ACÚSTICA.**

**TABLA B**

| <b>PUNTO #</b> | <b>N.S.C.E. dB"A"</b> | <b>*T.M.P.E. hrs</b> |
|----------------|-----------------------|----------------------|
| 1              | 91                    | 6.59                 |
| 2              | 88                    | 11.66                |
| 2b             | 93                    | 4.34                 |
| 3              | 93                    | 4.34                 |
| 4              | 94                    | 3                    |
| 5              | 79                    | 95.45                |
| 6              | 83                    | 42.12                |

\* T.M.P.E. = Tiempo Máximo Permissible de Exposición

## 5. DISCUSIÓN

Durante este estudio se determinó el Nivel Sonoro Continuo Equivalente en la Planta de Asfalto del D.F. el cual se comparó con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-1994, en donde para las ocho horas de trabajo a las que están expuestos estos trabajadores el N.S.C.E. no debe sobrepasar 90 dB.

De los 7 puntos medidos el punto 5 presentó el N.S.C.E. más bajo con 79 dB; los puntos 2 y 6 se encontraron a 88 y 83 dB respectivamente; sin embargo los puntos 1, 2b, 3 y 4 superan el tiempo máximo permisible de exposición a ruido por jornada de trabajo.

Por lo anterior se recomienda tomar medidas de control, ya que como se muestra en la tesis *Alteraciones auditivas secundarias a la exposición al ruido en los trabajadores de la Planta de Asfalto del D.F.*; el 78% de los trabajadores estudiados presentó hipoacusia, en su mayoría por la exposición al ruido. <sup>(15)</sup>

Con la información obtenida se puede mejorar las condiciones de seguridad e higiene en esta planta, principalmente para prevenir la pérdida de audición inducida por ruido y otros efectos a la salud derivados de la exposición.

## 6. CONCLUSIONES.

La exposición a ruido intenso puede tener diversos efectos sobre la salud, dependiendo del nivel de ruido y el tiempo de exposición. Es por esto que las técnicas de prevención que eviten la aparición de los síntomas continúan siendo lo más importante.

Es fundamental que la Planta de Asfalto del D.F. desarrolle un programa organizado, destinado a la pesquisa precoz de factores de riesgo y síntomas iniciales.

Los ruidos a los cuales son sometidos los trabajadores fueron medidos de forma objetiva con el Nivel Sonoro Continuo Equivalente y mas de la mitad de los puntos rebasan el tiempo máximo permisible de exposición a ruido por jornada de trabajo; lo cual permite establecer un pronóstico y un plan terapéutico adecuado.

Existen instrumentos que pueden medir de forma individual la exposición a ruido en forma acumulada para cada trabajador. Además debe existir por parte de la empresa un control y mantenimiento periódico de las maquinarias, así como una estructura administrativa que permita la implementación y cumplimiento de las normas ya establecidas. <sup>(13,14,19)</sup>

No hay que olvidar las medidas personales de protección auditiva así como la capacitación del trabajador, para que entiendan la utilidad que tienen, muchos de ellos no las usan por diversos motivos personales y conductuales.

## **7. ANEXOS**

### **ANEXO 1**

NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-011-STPS-1994. RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.<sup>(18)</sup>

Arsenio Farell Cubillas, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los Artículos 16, 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Publica Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I y VII, 41 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2o., 3o. y 5o. del reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo y 5o. del reglamento interior de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social, y

#### **C O N S I D E R A N D O**

Que con fecha 2 de julio de 1993, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana:

Que en sesión de fecha 7 de julio de 1993, el expresado Comité consideró correcto el Anteproyecto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con fecha 19 de julio de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 Fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto de que dentro de los siguientes 90 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral; que habiendo recibido comentarios de la Asociación Morelense de Médicos de Empresa, y de la Asociación Mexicana de Audiología y

Foniatría, A. C., el Comité Consultivo Nacional procedió a su estudio y resolvió sobre los mismos en sesión de fecha 26 de octubre de 1993; que con fecha 16 de marzo de 1994, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas otorgadas a los comentarios recibidos; que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que con fecha 26 de octubre de 1993, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

NOM-011-STPS-1994. RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.

### 1. Objetivo y Campo de Aplicación.

Establecer las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

### 2. Referencias.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 123 Apartado "A" fracción XV.

Ley Federal del Trabajo, artículos 512 y 527.

Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Título Octavo, Capítulo II artículo 140.

### 3. Requerimientos.

#### 3.1 Para el Patrón.

3.1.1 Efectuar el reconocimiento y la evaluación a fin de conocer las características del ruido y sus componentes de frecuencia, así mismo, cumplir con las medidas de control necesarias para prevenir alteraciones en la salud de los

trabajadores expuestos, tomando en cuenta la naturaleza del trabajo y en su caso lo siguiente:

- A) Las características de las fuentes emisoras.
- B) Las características del ruido en lo que respecta a magnitud y componentes de frecuencia.
- C) Las características, tiempo y repetición de la exposición de los trabajadores al ruido.
- D) Las alteraciones en la salud de los trabajadores que puedan derivarse de dicha exposición.
- E) Los métodos generales y específicos de prevención y control.

3.1.2 Conservar, mantener actualizado y exhibir a las autoridades laborales; cuando le sea requerido el expediente de registro de los niveles: sonoros continuos equivalentes y/o de ruido impulsivo según sea el caso y los tiempos de exposición de los trabajadores; con las fechas y horas en que se practiquen las evaluaciones respectivas, vigilar que no se rebasen los niveles máximos permisibles de exposición a ruido que se indican en la tabla 1 y gráfica 1 de esta NOM-STPS- y adoptar las medidas de seguridad e higiene que sean necesarias para cumplir con lo dispuesto en la presente NOM-STPS-.

3.1.3 Informar a sus trabajadores y la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene de las posibles alteraciones en la salud por la exposición a ruido y orientarlos sobre la forma de evitarlos o atenuarlos.

3.2 Para el Trabajador:

3.2.1 Colaborar en las medidas de evaluación y observar las de control que se establezcan en los centros de trabajo donde desempeñen sus actividades. Cuando la exposición al riesgo requiera el equipo de protección personal auditivo deberá seguir las instrucciones dadas por el patrón.

3.3 La Comisión Mixta de Seguridad e Higiene colaborará en el desarrollo del programa de protección a la audición, en el que se refieren las medidas de control en esta NOM-STPS-, así como, supervisará el uso del equipo de protección personal auditivo.

3.4 Las autoridades del trabajo, los patrones y los trabajadores promoverán, mediante exámenes médicos iniciales y periódicos, el mejoramiento de las condiciones de salud de los trabajadores que vayan a estar o estén expuestos a ruido en los centros de trabajo a que se refiere esta NOM-STPS- o dichos exámenes se llevarán a cabo con la periodicidad que se requiera, de acuerdo a la exposición de cada caso.

3.5 La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, escuchando la opinión de los sectores involucrados y con base en las experiencias disponibles y adecuadas, realizará las investigaciones y los estudios necesarios para actualizar los niveles máximos permisibles a que se refiere la presente NOM-STPS-. En el Anexo No. 1 Que forma parte de la presente NOM-STPS- para todos los efectos correspondientes, se sugieren los puntos básicos que deberán comprender los exámenes médicos que practiquen a los trabajadores expuestos al ruido.

#### 4 Requisitos.

##### 4.1 Del Reconocimiento.

- A) Identificar las áreas y fuentes emisoras.
- B) Delimitar las zonas donde exista el riesgo de exposición.
- C) Seleccionar el método para efectuar la evaluación en las áreas de trabajo.
- D) Determinar la instrumentación de acuerdo al método seleccionado para efectuar la evaluación en las áreas de trabajo.

##### 4.2 De la Evaluación.

- A) Emplear los métodos de evaluación e instrumentos de medición señalados en la NOM-080-STPS.

B) Cuantificar periódicamente en función del riesgo los niveles sonoros continuos y/o de ruido impulsivo, según sea el caso, aplicando cualquiera de los métodos indicados en el Anexo 2 de la presente NOM-STPS-, que forma parte del mismo para todos los efectos correspondientes.

C) Asentar los resultados en el expediente de registro.

#### 4.3 Del Control.

4.3.1 Cuando la magnitud de los niveles de ruido, puedan alterar la salud de los trabajadores, según los niveles máximos permitidos de exposición referidos en la presente NOM-STPS-, se establecerá un programa de conservación de la audición, para lo cual deberán observar, en su orden, las siguientes medidas:

A) Modificar o sustituir la maquinaria o equipo que este alterando el medio ambiente de trabajo con ruido capaz de causar daño a la salud de los trabajadores por otro que no lo cause.

B) Modificar el procedimiento de trabajo.

C) Modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño para la salud de los trabajadores.

D) Atenuar la magnitud del ruido utilizando técnicas y materiales específicos que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores, procurando:

D.1 Aislar las fuentes emisoras y/o;

D.2 Disminuir su propagación.

E) Desarrollar un programa de utilización del equipo de protección personal auditivo.

F) Manejar los tiempos de exposición de los diferentes trabajadores por jornada de trabajo mediante la rotación de los mismos, a efecto de no exceder los máximos permisibles.

4.3.2 Cuando el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) en los centros de trabajo, se encuentre comprendido entre 90 y 105 dB(A), el tiempo de exposición de los trabajadores, con jornada diaria de 8 horas, no excederá el consignado en la tabla No. 1, si el resultado de la exposición se encuentra comprendido entre dos de las magnitudes consignadas en dicha tabla, se deberá consultar la gráfica 1 para obtener el tiempo máximo permisible de exposición preciso. Para valores mayores de 105 dB(A) no se permitirá exposición alguna.

4.3.3 Cuando se utilicen equipos de protección personal, en la aplicación de la tabla 1, se deberán considerar los niveles de atenuación que, conforme a la Norma Oficial Mexicana correspondiente, proporcionan dichos equipos, así como el tiempo que estos sean utilizados. El método para determinar la reducción en dB(A), a partir del análisis de frecuencia, será el señalado en el Anexo 3 de esta NOM-STPS-, que forma parte del mismo para todos los efectos correspondientes.

4.3.4 Los centros de trabajo de nueva creación deberán ser planeados, instalados, organizados y puestos en funcionamiento de modo que la exposición de los trabajadores a ruido no exceda los niveles máximos permisibles. Al efecto se observarán las medidas a que se refiere la presente NOM-STPS-.

## ANEXOS.

### Anexo 1.

#### 1. Introducción.

Las presentes son recomendaciones de los puntos que debieran contemplar los exámenes médicos a realizarse a aquellos trabajadores expuestos a los Niveles Máximos Permisibles de ruido.

#### 2. Exámenes médicos que comprendan principalmente:

A) Antecedentes laborales, con énfasis en la exposición a agentes capaces de dañar el sistema auditivo.\*

B) Antecedentes heredo-familiares y personales patológicos que permitan identificar alteraciones previas en el sistema auditivo.\*

C) Exploración otoscópica y rinofaríngea.

\* A) y B), únicamente exámen inicial.

3. Estudio audiométrico que contenga como mínimo:

Exploración de vías aéreas en el intervalo de 125 a 8000 Hz.

Exploración de vías óseas en el intervalo de 250 a 6000 Hz., y

Logaudiometría (sólo que la audiometría tonal se encuentre alterada).

4. Otros estudios complementarios que de acuerdo con los resultados de estudio clínico, se requieran.

5. La periodicidad de los exámenes médicos deberá ser determinada en base a las características del ruido y de la exposición de los trabajadores; en el desarrollo de estos exámenes debiera contemplarse lo mencionado en los puntos 2, inciso "C", 3, incisos "A" y "B" y 4, de este Anexo.

Anexo 2.

1. Introducción.

En el presente Anexo, se establecen 3 métodos para el cálculo del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, NSCE (equivalente continuous sound level  $leq$ ).

I. Método de cálculo matemático.

II. Método gráfico

III Método de la Organización Internacional de Normalización I S O - 1999 - 1975 (E).

Anexo 3 y 4 (se describen fórmulas más adelante).

Anexo 5.

## 1.Introducción.

En este Anexo se presenta el método para determinar el factor de reducción R, en dB(A), a partir de la atenuación de la Presión Acústica por bandas de octava, proporcionada por los equipos de protección personal auditiva; empleando para determinar el Nivel Sonoro "A" real al que se expone los trabajadores que usan estos equipos.

## 2. Factor de Reducción R.

El Factor de Reducción R, en dB(A), se define como un número en dB(A), que resulta de la comparación entre las atenuaciones de la Presión Acústica por bandas de octava, proporcionadas por los fabricantes de equipo de protección personal auditiva y del análisis de frecuencia del ruido presente en el ambiente de trabajo, con el Nivel Sonoro "A" del mismo

### Anexo 6.

Definiciones de los términos y conceptos técnicos empleados en este NOM-STPS-

#### Decibel:

Es una unidad de relación, expresada como 10 veces el logaritmo común (de base 10) del cociente de dos cantidades proporcionales en alguna forma a la potencia acústica. Se abreviará dB. Si el denominador del cociente es una cantidad cuyo valor ha sido previamente establecido, el decibel expresará una forma particular del significado del cociente, denominado nivel.

#### Exposición a ruido:

Es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador, en un ambiente laboral.

#### Frecuencia:

La frecuencia de una función periódica es el recíproco del período de la misma. Su unidad es el Hertz (Hz). (ANSI S1.1-1960).

#### Indice compuesto de exposición al ruido:

Es la suma de los índices parciales de exposición al ruido para todos los niveles sonoros durante una semana de trabajo de 40 horas.

Índice parcial de exposición al ruido:

Es el índice denominado por un Nivel Sonoro y su duración durante una semana de trabajo de 40 horas.

Nivel de presión acústica (NPA):

Es igual a 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una de referencia determinada. Se expresa en decibeles.

Nivel Sonoro "A":

Es el nivel de presión acústica ajustado a la función de ponderación denominada "A", con una presión eficaz de referencia de 20 Micro Pa. Se abreviará NS "A". El Nivel Sonoro se expresará como un número dado en dB(A).

Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE):

Nivel Sonoro dB(A) que si estuviera presente durante 40 horas por semana, daría el mismo índice compuesto de exposición al ruido, que los distintos niveles sonoros medidos en una semana.

Presión Acústica eficaz:

La raíz cuadrada de la media aritmética del cuadrado de la presión acústica instantánea registrada en un punto y en el intervalo de tiempo de observación dado, el cual es determinado por las condiciones del método particular de medición.

Ruido:

Es un sonido desagradable o molesto, generalmente aleatorio que no tiene componentes bien definidos. Es todo sonido que causa molestias interfiere con el sueño, trabajo o que lesiona o daña física o psicológicamente al individuo, la flora, la fauna y a los bienes de la nación o de particulares.

Para efectos de esta NOM-STPS- se entenderá como ruido a los sonidos cuyos niveles de presión acústica en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a su salud o bienestar

#### 4. Bibliografía.

Organización Internacional de Normalización. Método de cálculo de Nivel Sonoro Continuo Equivalente para ruido impulsivo. ISO-1999-1975(e).

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Se deroga el Instructivo No. 11 relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de abril de 1985, con reformas y adiciones del 2 de junio de 1989. México, D.F., a los treinta días del mes de marzo de mil novecientos noventa y cuatro.

## ANEXO 2

NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-080-STPS-1993. HIGIENE INDUSTRIAL-MEDIO AMBIENTE LABORAL-DETERMINACIÓN DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE, AL QUE SE EXPONEN LOS TRABAJADORES EN LOS CENTROS DE TRABAJO.<sup>(17)</sup>

### 1. Objetivo.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los métodos para determinar el nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) al que se exponen los trabajadores en el centro de trabajo.

### 2. Campo de Aplicación.

Esta norma se aplica en aquellos centros de trabajo, donde se requiera determinar el nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores por motivo o en ejercicio de su trabajo, para proteger su salud contra el daño auditivo, de acuerdo a lo establecido en la NOM-011-STPS, del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (ver

Apéndice A). Los métodos son:

#### 2.1 Métodos de evaluación ambiental.

2.1.1 Método para evaluar ruido estable en el ambiente laboral.

2.1.2 Método para evaluar ruido inestable en el ambiente laboral.

2.1.3 Método para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo.

#### 2.2 Método de evaluación personal.

2.3 La aplicación de estos métodos depende de las condiciones laborales particulares de cada centro de trabajo de tal forma que pueden seleccionarse uno o más de los métodos establecidos, para una correcta determinación del NSCE, al que se exponen los trabajadores.

### 3. Referencias.

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

#### 3.1 Sonómetros para usos generales.

#### 3.2 Sonómetros de precisión.

### 4. Definiciones.

Para efectos de esta Norma, se establecen las siguientes definiciones:

#### 4.1 Condiciones normales de operación.

Situación de producción con relativa estabilidad promedio en el tiempo, determinada por variables tales como ritmo de producción, número de máquinas y equipos utilizados, programa de mantenimiento, demanda de productos o subproductos, etc., que representan una jornada laboral típica de cada centro de trabajo.

#### 4.2 Dosímetro.

Instrumento que integra una función de la presión sonora en un período y se utiliza usualmente para valorar el % de dosis de ruido a la que ha estado expuesto un trabajador.

#### 4.3 % de dosis.

Es el número que proporciona el dosímetro y que resulta de la integración de los niveles sonoros "A", durante el período de observación.

#### 4.4 Niveles más altos de ruido.

Interpretación subjetiva derivada del reconocimiento sensorial en el área o puesto por evaluar, que contribuye a establecer qué jornada laboral debe sujetarse a la determinación del NSCE.

#### 4.5 Observador.

Persona que efectúa la medición de niveles sonoros "A".

#### 4.6 Período de observación.

Tiempo en el cual el equipo de medición evalúa el nivel sonoro "A" y se registra su magnitud.

#### 4.7 Procedimientos administrativos.

Son aquellas especificaciones que le permiten a la empresa cuantificar con la mayor precisión posible, el tiempo de permanencia del trabajador en cada zona de exposición.

#### 4.8 Puesto fijo de trabajo.

Conjunto de actividades tipificadas en el profesiograma del contrato de trabajo, que son efectuadas por un trabajador de una categoría laboral determinada y que implican un tiempo y espacio específico, de tal manera que el trabajador permanece relativamente estacionario en relación a su lugar de trabajo.

#### 4.9 Reconocimiento inicial.

Actividad previa a la evaluación instrumental, cuyo objetivo es el recabar información confiable que permita determinar el método a emplear y jerarquizar las zonas del local de trabajo donde se efectuará la evaluación.

### 5. Reconocimiento Inicial.

5.1 Esta actividad debe realizarse de una forma previa a la aplicación del procedimiento de evaluación del ruido en el ambiente laboral.

5.2 El propósito del reconocimiento inicial es el recabar toda aquella información técnica y administrativa que permita seleccionar el método de evaluación y la prioridad de las zonas y puestos por evaluar.

5.2.1 La información que debe recabarse es la siguiente:

- a) Planos de distribución de maquinaria y equipo.
- b) Descripción del proceso.
- c) Programas de mantenimiento.
- d) Registros de producción.
- e) Número de trabajadores por áreas.
- f) Número de trabajadores, en puestos fijos de trabajo.
- g) Número de trabajadores en puestos de trabajo no estacionarios.
- h) Tiempo de exposición de los trabajadores (véanse e, f, g).
- i) Opiniones de supervisores, Comisión Mixta de Seguridad e Higiene y/o de los trabajadores de áreas y jornadas laborales con mayor riesgo de daño auditivo.
- j) Reconocimiento visual y auditivo de las zonas por evaluar.

5.2.2 Se realiza un recorrido con sonómetro por las zonas de evaluación, para determinar de una manera objetiva las características del nivel sonoro "A". Sin embargo, esta medición únicamente es un paso en la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana y sólo se utiliza para jerarquizar las zonas de evaluación.

5.3 En función del método de evaluación seleccionado, es necesario complementar lo indicado en 5.2.1.

5.4 Del análisis de la información recabada en esta actividad, se establece el programa de evaluación, el cual debe comunicarse a la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene y a los trabajadores.

6. Métodos de Evaluación Ambiental.

A. Estos métodos permiten determinar el NSCE al que se exponen los trabajadores de una forma indirecta, a través de la evaluación del (los) nivel(es) sonoro(s) "A" presente(s) en el ambiente laboral, y la correlación del tiempo de exposición, por lo que es necesario que la empresa establezca procedimientos administrativos que le permitan conocer dicho tiempo, para todos los trabajadores.

B. La evaluación del (los) nivel(es) sonoro(s) "A", es por zonas del centro de trabajo, a través de muestras discretas (o continuas, según la instrumentación empleada) y de forma puntual.

C. La evaluación del (los) nivel(es) sonoro(s) "A", en una jornada laboral, será función de las condiciones normales de operación, de tal manera que cuando esas condiciones se modifiquen sustancialmente, será necesario realizar una nueva evaluación.

## 6.1 Método para evaluar ruido estable.

### 6.1.1 Puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera, que describan el entorno ambiental de una forma confiable, siendo el número de ellos función entre otros de la distribución de la maquinaria y equipo del local de trabajo, proceso de producción, facilidades para su ubicación, irregularidades dinámicas espaciales del campo de presión sonora y de la precisión deseada.

Todos los puntos de medición de una zona de evaluación deben identificarse con un número progresivo, registrándose su posición en el plano del local. Tomar especial cuidado para que la ubicación del observador no sea motivo para que éste sufra un accidente o enfermedad de trabajo.

### 6.1.2 Contornos isonivel.

Con el nivel sonoro "A" determinado en cada punto de medición, se construyen los mapas isonivel del local de trabajo, estableciéndose entre cada contorno isonivel áreas de un nivel sonoro "A" conocido. Para trazar los contornos isonivel se unen puntos de medición con igual Nivel Sonoro "A", preferentemente iniciando con los

de mayor nivel. Los contornos de isonivel no pueden intersectarse, y deben tender a ser curvas cerradas.

### 6.1.3 Instrumentación y Equipo.

6.1.3.1 Como mínimo debe utilizarse la siguiente instrumentación y equipo.

6.1.9 Determinación del NSCE de ruido estable al que se exponen los trabajadores.

#### 6.1.9.1 Construcción del mapa isonivel.

Una vez determinados los niveles sonoros "A" i de los puntos de medición, debe elaborarse el mapa isonivel de la zona evaluada, procediendo a dibujar en su plano de distribución, los contornos isonivel como se indicó en 6.1.2.

6.1.9.2 Para realizar lo indicado en 6.1.9.1 no deben considerarse aquellos puntos de medición con un nivel sonoro "A" < 80 dBA.

6.1.9.3 Del mapa isonivel de la zona evaluada y la determinación del tiempo de exposición de cada trabajador, debe calcularse su NSCE de exposición, como se indica en la NOM-011-STPS (véase apéndice A).

### 6.2 Método de evaluación para ruido inestable.

#### 6.2.1 Prioridad de áreas de evaluación.

Considerando la dificultad que representa evaluar ruido inestable por la dependencia del tiempo de presencia, determinada por las características del proceso, y que la aplicación de este método limita las dimensiones del área de evaluación que puede ser cubierta en una jornada laboral, es necesario establecer la prioridad de las áreas para evaluar de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a) Del análisis de la información realizada en el reconocimiento sensorial, deben determinarse las zonas de evaluación.
- b) De las zonas de evaluación, deben identificarse las áreas con nivel sonoro "A" > 80 dBA (véase 5.2.2.).

- c) Las áreas identificadas con nivel sonoro "A" > 80 dBA, deben dividirse en áreas de 6 m X 6 m.
- d) Una vez efectuada la división indicada en c, deben identificarse aquellas en las que existan trabajadores, denominándose áreas de evaluación.
- e) Las áreas de evaluación pueden ser jerarquizadas, informándose las razones en el registro de evaluación.(véase 9, inciso c).
- f) Los puntos de medición en las áreas de evaluación deben ubicarse en las zonas de mayor densidad de trabajadores. De no ser posible esta ubicación, deben localizarse en el centro geométrico de dicha área. Especial cuidado debe tomarse para que la ubicación del observador no sea motivo para que éste sufra un accidente o enfermedad de trabajo
- g) Se pueden excluir de la evaluación algunas áreas indicadas en d, siempre y cuando la determinación del NSCE al que se exponen los trabajadores sea por otro método indicado en esta Norma.

6.2.2 Instrumentación y equipo. Debe utilizarse el indicado en 6.1.3.

6.2.3 Calibración. La calibración de la instrumentación debe realizarse como se indica en 8.2.

6.2.4 Micrófono. Debe procederse de acuerdo a lo indicado en 6.1.5.

6.2.5 Posición del observador. Debe ubicarse como se indica en 6.1.6.

6.2.6 Procedimiento.

6.2.6.1 Condiciones para la evaluación.

6.2.6.2 Evaluación

Los puntos de medición deben ser numerados progresivamente e identificados en el plano de distribución del área evaluada.

Se recomienda hacer mediciones en una serie de puntos en una primera instancia, y sin valor en la evaluación final, con el propósito de que los trabajadores se acostumbren al proceso de medición y no interfieran con ella (véase 5.4). Durante la jornada laboral deben realizarse al menos cinco períodos

de observación, por cada punto de medición. Cada período de observación tiene una duración de alrededor de 5 min, de tal forma que se registren 50 muestras como mínimo. Durante un período de observación debe registrarse el nivel sonoro "A" aproximadamente cada 5 s.

En cada punto de medición, los períodos de observación deben repetirse aproximadamente cada hora. Debe utilizarse la constante de integración "rápida", del sonómetro.

El valor del nivel sonoro "A" debe ser el observado instantáneamente, ajustando al entero más cercano y registrándose sin considerar tendencias de las variaciones en el nivel sonoro "A".

#### 6.2.6.3 Registro de los niveles sonoros "A".

Para el registro de los niveles sonoros "A" de todos los puntos de medición durante una hora, debe utilizarse el formato 1

Una vez concluida la evaluación de la jornada de trabajo, la información de cada punto de medición, tomada de las hojas de registro por hora, deben ordenarse y graficarse en el formato 2

La escala del nivel sonoro "A" en el formato indicado en b, debe ser del mínimo al máximo obtenido, con incrementos unitarios.

#### 6.2.6.4 Determinación del nivel sonoro promedio del área evaluada.

6.2.6.4.1 Debe calcularse el nivel sonoro "A" promedio del área evaluada por un punto de medición, mediante la ecuación 2.

6.2.7 Determinación del NSCE de ruido inestable, al que se exponen los trabajadores.

Del nivel sonoro "A"  $i$  calculado en 6.2.6.4.1 para el área evaluada y la determinación del tiempo de exposición de cada trabajador, se calcula su NSCE de exposición, como se indica en la NOM-011-STPS (véase apéndice A).

### 6.3 Método para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo.

Este método puede utilizarse en aquellos puestos de trabajo, en los cuales el trabajador permanece, en función de sus actividades, relativamente estacionario en una zona de trabajo.

#### 6.3.1 Condiciones para la evaluación.

La evaluación debe efectuarse en las condiciones descritas en 6.1.7.1.

#### 6.3.2 Ubicación del punto de medición.

El punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador, y de no ser posible, lo más cercano a él, sin interferir con su labor.

#### 6.3.3 Instrumentación y equipo.

#### 6.3.4 Calibración.

#### 6.3.5 Micrófono.

##### 6.3.5.1 Altura del micrófono.

##### 6.3.5.2 Orientación del micrófono.

#### 6.3.6 Posición del observador.

#### 6.3.7 Procedimiento.

#### 6.3.8 Determinación del NSCE al que se expone el trabajador.

Del nivel sonoro "A" calculado con la ecuación 1 (en este caso  $i = 1$  y  $n$  depende del tipo de ruido evaluado y del tiempo de exposición del trabajador), debe calcularse su NSCE de exposición, como se indica en la NOM-011-STPS (véase apéndice A).

7. Método de Evaluación Personal .Este método puede utilizarse en aquellos casos en los cuales se requiere determinar de una forma más precisa el NSCE al

que se expone un trabajador, o cuando las características del puesto de trabajo requieren una movilidad dentro del local de trabajo, que dificulta su evaluación por los métodos indicados en 6.1.8.2 y 6.3.

7.1 Condiciones para la evaluación.

7.2 Instrumentación.

7.2.1 Debe emplearse un dosímetro (véase 4.2) que permita determinar como mínimo el % de dosis (véase 4.3) que recibe el trabajador.

7.2.2 El dosímetro debe permitir que la lectura del % de dosis, se efectúe de inmediato.

Se podrán utilizar dosímetros que no cumplan con la condición anterior, siempre y cuando se garantice que el instrumento no continuará midiendo una vez que haya concluido el período de observación.

7.2.3 El dosímetro debe cumplir con el criterio de incrementos de 3 dB "A", establecido en la NOM-011-STPS (véase apéndice A).

7.3 Calibración.

7.4 Procedimiento.

7.4.1 En la utilización del dosímetro deben seguirse las instrucciones del fabricante; cuando no existan éstas, el micrófono debe colocarse en el hombro del trabajador.

7.4.2 Una vez calibrado el dosímetro, debe colocarse en el trabajador, iniciando el funcionamiento, simultáneamente con la exposición del mismo, o se valorará la exposición de acuerdo a las técnicas establecidas por el fabricante.

7.4.3 Al concluir el tiempo total de exposición (T), se detendrá el funcionamiento del dosímetro, procediéndose a registrar el porcentaje de dosis (D) del trabajador, en el formato 3 (como el que se indica en la figura 3. Véase apéndice B).

7.4.4 Se registra en el formato 3, tanto la hora de inicio de exposición ( $t_i$ ), como la final ( $t_f$ ), procediéndose a calcular y registrar en el mismo formato el tiempo total de exposición ( $T$ ). ( $T=t_f-t_i$ ).

7.4.5 Debe calcularse el NSCE al que se expone el trabajador de acuerdo a la ecuación 3.

7.4.6 Como información complementaria debe registrarse en el formato 3, el tiempo máximo permitido de exposición al NSCE determinado.

## 8. Requisitos en la Instrumentación .

8.1 Los sonómetros y dosímetros empleados en el desarrollo de esta Norma, deben contar con un certificado oficial de calibración.

8.1.1 Este certificado como mínimo indica:

- a) Marca del fabricante.
- b) Modelo, tipo y número de serie.
- c) Características del micrófono.

8.2 Calibración de campo.

8.2.1 Del sonómetro.

El sonómetro debe calibrarse de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al inicio del primer período de observación, y se verifica al concluir el último, registrándose en el formato 1.

8.2.2 Del dosímetro.

El dosímetro debe calibrarse de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al iniciar y al finalizar el tiempo total de exposición.

En el formato 3, se indica tanto la hora de inicio ( $t_i$ ) como la final ( $t_f$ ), así como las referencias de calibración.

## 9. Registro de Evaluación .

El registro de evaluación a que se refiere la NOM-011-STPS (véase apéndice A) debe constar de:

- a) Informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó.
- b) Justificación de los criterios para seleccionar el método de evaluación.
- c) Plano de distribución de la zona o área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición.
- d) Los formatos 1, 2 y 3 (dependiendo del caso). Si existe más de una hoja de cada formato, deben numerarse en forma progresiva.
- e) Datos del calibrador usado en la calibración de campo. Estos datos son: marca, tipo y número de serie.
- f) Opcionalmente, cada empresa debe incluir la información que considere pertinente.
- g) Nombre y firma del responsable del proyecto de evaluación.

### **ANEXO 3**

#### **EQUIPO DE MEDICION UTILIZADO:**

##### **Calibrador.**

**Marca:** QUEST

**Modelo:** CA-22

**Nº de serie:** J8100011

##### **Analizador**

**Marca:** LARSON-DAVIS

**Clase:** 1

**Modelo:** 2800B

**Nº de serie:** 2800B0580

##### **Dosímetro.**

**Marca:** TEST

**Modelo:** micro 18

**Nº de serie:** HM16A

##### **Sonómetro.**

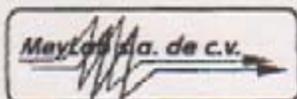
**Marca:** TEST

**Clase:** 2

**Modelo:** 1351

**Nº de serie:** 970515651

# ANEXO 4



L.00000 DE 835 JULIO 19 99  
Col. Carretas, C.P. 76050  
Querétaro, Qro.  
Tel/fax: (42) 13 66 11 / 13 70 87  
EMAIL: gpamayor@bolbec.net.mx

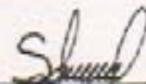
## CERTIFICADO DE CALIBRACION

|   |                      |
|---|----------------------|
| SOLICITANTE: ING. ENRIQUE SAMPERIO                                  | FECHA: 22-Julio-1999 |
| DIRECCION: Morelos No. 12 Col. El Arbol, Ecatepec Estado de México. |                      |
| N° DE CERTIFICADO: ICA-0279/99                                      | HOJA 1 DE: 4         |
| INSTRUMENTO: Sonómetro  | MARCA: TES           |
| MODELO: 1351  | N° SERIE: 970515651  |

|   |                   |                        |
|---|-------------------|------------------------|
| <b>CONDICIONES DE PRUEBA</b>                              |                   |                        |
| TEMPERATURA: 24°C   | HUMEDAD REL.: 55% | PRESION BAR.: 824 mbar |
| RESULTADO DE LA CALIBRACION: Aceptado                     |                   |                        |
| INCERTIDUMBRE ESTIMADA: 0,42 dB                           |                   |                        |
| PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION EMPLEADO: PA-005             |                   |                        |
| PATRON DE REFERENCIA O TRABAJO EMPLEADO: Calibrador CA-22 |                   |                        |
| FECHA DE CALIBRACION: 20-Julio-1999                       |                   |                        |
| PROXIMA RECALIBRACION RECOMENDADA : 20-Julio-2000         |                   |                        |

Acreditamiento SNC : A-03

REALIZO: Ing. Adolfo Sánchez Trejo  
NOMBRE

  
FIRMA

REVISO: Dr. Eric F. Becker Meyer  
NOMBRE

  
FIRMA

### Trazabilidad

El patrón de referencia es trazable al CENAM, y la trazabilidad del patrón de trabajo se logra a través de los procedimientos internos del laboratorio sustentados por un sistema de aseguramiento de la calidad implementado en las mediciones.

El certificado de calibración no puede ser modificado en forma parcial o total sin la autorización del laboratorio. Los resultados declarados son válidos para las condiciones previas durante la calibración.

## ANEXO 5

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México, D.F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_

A Quien Corresponda:

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que he dado mi consentimiento para que participar en el proyecto:

**DETERMINACION DEL NSCE (NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE) EN LA PLANTA DE ASFALTO DEL D.F** a cargo de la Dra. Xólotl Leyva Juárez, Dra. Diana Gutiérrez Tinajero y la Dra. Ma. de la Luz Arenas Sordo, que se realiza en el Instituto Nacional de Rehabilitación, lo cual he aceptado en forma libre y voluntaria. Puedo contactarlas vía telefónica al 59-9910-00 extensiones 18167 y 19402.

Previamente, se me ha explicado en forma satisfactoria que la finalidad es determinar el Nivel Sonoro Continuo Equivalente. Lo anterior se realizará a través de la colocación de dosímetro por un periodo de tiempo de 8 horas.

Asimismo, se me ha explicado que me es posible solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación, y que estoy en libertad de negarme a participar en el presente estudio.

\_\_\_\_\_  
Nombre

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Testigo. Nombre y firma

Teléfono:

\_\_\_\_\_  
Testigo. Nombre y firma

Teléfono:

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Angulo J, Blanco L. Mateos A, Audiprótesis: Teoría y práctica, Masson, Barcelona, España 1997.
2. Arganis J. La Planta de Asfalto del Distrito Federal: Una industria comprometida con el cuidado del medio ambiente. México, 2000.
3. Bodmer D. Protection, regeneration and replacement of hair cells in the cochlea: implications for the future treatment of sensorineural hearing loss. *Swiss Med Wkly* 2008; 138:708–712.
4. Buriak H, Hipoacusia: Criterios Médicos y Jurisprudencia, Juris, 2003.
5. Centro Nacional Condiciones del Trabajo. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales de España. 1991. Gaynés PE, Goñi GA. NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.
6. Chávez J. Ruido: Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos. *Ciencia y trabajo* 2006: 8:20
7. Evidence-Based Statement. Noise-induced Hearing Loss, *JOEM* 2003; 45, 6.
8. Gil-Carcedo E., Enfermedades producidas por el ruido, Tecniacustica, Valladolid, 1993.
9. Guillen Q., Efectos nocivos del ruido sobre la audición, *Ver y Oír*, 1983, ABR-MAY; (1), 35-45.
10. Goodhill V., M.D; F.A.C.S. El oído. Salvat Editores.
11. Gutiérrez T, Valoración audiológica en despachadores de gasolineras, INCH México 2000.
12. Katz. Handbook of clinical audiology. Lippincott Williams & Wilkins, 2001
13. Mateo F., La Prevención del ruido en la empresa, Fundación Confemetal, España, 1999.

14. Merino F., Zapata F., Kulka A., Ruido Laboral y su impacto en la salud, Revista ciencia y trabajo, 2006
15. Murphy R, Alteraciones auditivas secundarias a la exposición al ruido en los trabajadores de la Planta de Asfalto del D.F, INR México 2010.
16. Norma Oficial Mexicana: NOM-A4-40 Clasificación de Ruido
17. Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993. Higiene Industrial, Medio Ambiente laboral, Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.
18. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS. 1994 Relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere ruido.
19. Otárola F, Otárola F, Finkelstein A. 2006. Ruido Laboral y su Impacto en Salud. Ciec Trab. Abr-Jun;8(20):47-51
20. Perello J., Trastornos del habla, Masson, Barcelona España, 2005.
21. Planta de Asfalto del Distrito Federal. Secretaría de obras y servicios de la Ciudad de México.
22. Sebastián G, Audiología práctica. Panamericana. Barcelona 1999.
23. Vallejo A, Hipoacusia Neurosensorial, Masson, España, 2003.