



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

TÍTULO DEL TEMA ESCRITO

RUIDO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE DETERGENTE EN POLVO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA

Daffne Giovanna Torres Martínez



CIUDAD DE MÉXICO

2016

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: GUTIÉRREZ LARA MARÍA RAFAELA

VOCAL: Profesor: LÓPEZ CASTILLO NÉSTOR NOÉ ✝

SECRETARIO: Profesor: ANDRACA AYALA GEMA LUZ

1er. SUPLENTE: Profesor: NAVARRO REYES IBET

2° SUPLENTE: Profesor: MENDOZA CAMPOS ALEJANDRA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FÁBRICA DE JABÓN

ASESOR DEL TEMA:

Dr. Néstor Noé López Castillo ✝

SUSTENTANTE (S):

Daffne Giovanna Torres Martínez

Índice

Índice	3
Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
Abreviaturas	7
Resumen	8
1. Introducción	9
1.1 Objetivo	10
2. Marco teórico	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Marco legal en México en materia de Ruido	15
2.3 Legislación Internacional en materia de Ruido	24
2.4 Fundamentos de acústica	29
2.5 Tipos de Ruido	38
2.6 Aparatos para medir el ruido	39
3. Desarrollo	41
3.1 Descripción del proceso productivo de Detergente en Polvo	41
3.2 Reconocimiento y evaluación del ruido ambiental, según la NOM-011-STPS-2001 en el proceso productivo de Detergente en Polvo	44
3.3 Análisis de viabilidad económica	67
3.4 Control del Ruido	73
4. Conclusiones	76
APÉNDICE A.1	77
APÉNDICE A.2	88
Bibliografía	141
Glosario	142

Índice de Tablas

Tabla 1. Límites máximos permisibles y horarios permitidos	17
Tabla 2. Afectaciones en los procesos cognitivos, a causa del ruido	19
Tabla 3. Límites máximos permisibles de exposición durante una jornada laboral de 8 horas	19
Tabla 4. NMX en materia de Ruido-Calibración de los sonómetros	21
Tabla 5. NMX en materia de Ruido-Comportamiento y medición del ruido	22
Tabla 6. NMX materiales acústicos Absorbentes-Canceladas	23
Tabla 7. Clases de sonómetros	39
Tabla 8. Identificación de áreas	45
Tabla 9. Reconocimiento de áreas por puestos de trabajo y fuente emisora	46
Tabla 10. Turnos de personal en proceso de producción de detergente en polvo.	47
Tabla 11. Tipo de ruido y método	48
Tabla 12. Descripción del sonómetro	49
Tabla 13. Tiempo de exposición	51
Tabla 14. Identificación de áreas y valores obtenidos, de acuerdo al límite máximo permisible.	52
Tabla 15. Determinación de nivel de ruido efectivo	65
Tabla 16. Evaluación Audiométrica 2015, % de Hipoacusia Bilateral Combinada (%HBC)	66
Tabla 17. Evaluación económica	70
Tabla 18. Inversión anual en trabajadores del área de detergente en polvo	71
Tabla 19. Costo Unitario-Silenciadores	72
Tabla 20. Inversión total anual en adecuación del área de detergente en polvo	73
<i>Tabla A.2.1. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Descarga de Sulfato.</i>	89
<i>Tabla A.2.2. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Sulfonación planta 3 y 4.</i>	91
<i>Tabla A.2.3. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Torre de Secado 1 y 2.</i>	93

<i>Tabla A.2.4. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Preparadores.</i>	95
<i>Tabla A.2.5. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Preparadores.</i>	97
<i>Tabla A.2.6. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Báscula..</i>	99
<i>Tabla A.2.7. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Báscula.</i>	101
<i>Tabla A.2.8. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Dosificador de polvos.</i>	103
<i>Tabla A.2.9. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Ventilador de Torre 2.</i>	105
<i>Tabla A.2.10. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Humedades.</i>	107
<i>Tabla A.2.11. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Colectores de Polvo.</i>	109
<i>Tabla A.2.12. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 2-Envasado.</i>	111
<i>Tabla A.2.13. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 5-Envasado.</i>	113
<i>Tabla A.2.14. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 8-Envasado.</i>	115
<i>Tabla A.2.15. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 10-Envasado.</i>	117
<i>Tabla A.2.16. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 13-Envasado.</i>	119
<i>Tabla A.2.17. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 17-Envasado.</i>	121
<i>Tabla A.2.18. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Línea 22-Envasado.</i>	123
<i>Tabla A.2.19. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Frente a Oficina-Envasado.</i>	125
<i>Tabla A.2.20. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Alimentación de Tolvas.</i>	127
<i>Tabla A.2.21. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Alimentación de Tolvas.</i>	129
<i>Tabla A.2.22. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Dosificación de Concentrado.</i>	131
<i>Tabla A.2.23. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Frene a caseta de Torre No.5.</i>	133
<i>Tabla A.2.24. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Frene a caseta de Torre No.3.</i>	135
<i>Tabla A.2.25. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Cuarto de Compresores.</i>	137
<i>Tabla A.2.26. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B-Cuarto de Compresores.</i>	139

Índice de Figuras

Figura 1. Representación del comportamiento de una onda sonora	30
Figura 2. Representación de la transmisión del ruido	30
Figura 3. Partes principales de una onda sonora	31
Figura 4. Comportamiento de las ondas sonoras con respecto al tamaño del objeto incidente	33
Figura 5. Diagrama del proceso de Detergente en Polvo	43
Figura 6. Etapa para el reconocimiento y evaluación ambiental	44
Figura 7. Sonómetro Digital Clase 2 / Marca EXTECH	50
Figura 8. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14	54
Figura 9. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14	56
Figura 10. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14	58
Figura 11. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14	60
Figura 12. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14	62
<i>Figura A.2.1. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Descarga de Sulfato</i>	90
<i>Figura A.2.2. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Sulfonación Planta 3 y 4</i>	92
<i>Figura A.2.3. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Torre de Secado 1 y 2</i>	94
<i>Figura A.2.4. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Preparadores</i>	96
<i>Figura A.2.5. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Preparadores</i>	98
<i>Figura A.2.6. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Básculas</i>	100
<i>Figura A.2.7. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Básculas</i>	102
<i>Figura A.2.8 Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Dosificador de Polvos</i>	104
<i>Figura A.2.9. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Ventilador de Torre 2</i>	106
<i>Figura A.2.10. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Humedades</i>	108
<i>Figura A.2.11. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Colectores de Polvo</i>	110
<i>Figura A.2.12. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 2 Envasado</i>	112
<i>Figura A.2.13. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 5 Envasado</i>	114
<i>Figura A.2.14. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 8 Envasado</i>	116
<i>Figura A.2.15. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 10 Envasado</i>	118
<i>Figura A.2.16. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 13 Envasado</i>	120
<i>Figura A.2.17. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 17 Envasado</i>	122
<i>Figura A.2.18. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 22 Envasado</i>	124
<i>Figura A.2.19. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a Oficina Envasado</i>	126
<i>Figura A.2.20. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Alimentación de Tolvas</i>	128
<i>Figura A.2.21. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Alimentación de Tolvas</i>	130
<i>Figura A.2.22. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Dosificación de Concentrado</i>	132
<i>Figura A.2.23. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a caseta Torre 5</i>	134
<i>Figura A.2.24. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a caseta Torre3</i>	136
<i>Figura A.2.25. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Compresores</i>	138
<i>Figura A.2.26. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Compresores</i>	140

Abreviaturas

CCADET: Centro de **C**iencias **A**plicadas y **D**esarrollo **T**ecnológico.
dB: Decibeles.
dB(A): Decibeles en escala de ponderación **A**.
DOF: Diario **O**ficial de la **F**ederación.
EE.UU: Estados **U**nidos de **N**orteamérica.
EPA: Agencia de **P**rotección **A**mbiental.
EPP: Equipo de **P**rotección **P**ersonal.
Hz: Unidad de medida **H**ertz.
IEC: Comisión **E**lectrotécnica **I**nternacional.
IMSS: Instituto **M**exicano del **S**eguro **S**ocial.
LAeq: Tiempo de exposición del trabajador.
LFT: Ley **F**ederal del **T**rabajo.
LGEEPA: Ley **G**eneral del **E**quilibrio **E**cológico y la **P**rotección al **A**mbiente.
Lpico: Nivel máximo de presión acústica expuesto al trabajador.
NADF: Normas **A**mbientales del **D**istrito **F**ederal.
NER: Nivel de **E**xposición a **R**uido.
Nk: Datos tomados como prueba.
NMX: Normas **M**exicanas.
NOM: Normas **O**ficiales Mexicanas.
NPA: Nivel de **P**resión **S**onora **A**cústica.
NRC: Coeficiente de **R**educción de **R**uido.
NRE: Nivel de **R**uido **E**fectivo en ponderación **A**.
NRR: Factor de nivel de reducción de ruido.
NS_A: Nivel **S**onoro **A**.
NSCE_{A,Ti}: Nivel **S**onoro **C**ontinuo **E**quivalente.
NPD: Número de personas dañadas.
R: Factor de reducción.
SBC: Salario **B**ase de **C**otización.
SD: Salario **D**iaro.
SEMARNAT: Secretaría de **M**edio **A**mbiente y **R**ecursos **N**aturales.
STPS: Secretaría del **T**rabajo y **P**revisión **S**ocial.
TMPE: Tiempo **M**áximo **P**ermisible de **E**xposición.
OIT: Organización **I**nternacional del **T**rabajo.
OMS: Organización **M**undial de la **S**alud.
OSHA: Occupational **S**afety and **H**ealth **S**tandards.
PAPL: Pensión **A**nuales **P**ersonas **L**esionadas.
PD: Pensión **D**iaría.
PM: Pensión **M**ensual.
%HBC: % **H**ipoacusia **B**ilateral **C**ombinada.
%IPP: % **I**ncapacidad **P**arcial **P**ermanente.

La elaboración de detergente es un proceso industrial complejo, requiere de equipos y maquinaria robusta, la cual produce vibraciones y resonancia, traduciéndose en ruido ambiental que a tiempos prolongados de exposición que pueden ser perjudiciales para las personas que se encuentran en su entorno.

Estos problemas generados por los equipos y maquinaria han provocado el surgimiento de regulaciones para el control del ruido en ambientes laborales y cotidianos, en México la NOM-011-STPS-2001 de carácter obligatorio, exige que los patrones o personas encargadas de administrar el proceso proporcionen las condiciones adecuadas para el desarrollo sano de las actividades de los trabajadores inmersos en ambientes con exceso de ruido, a través de esta normatividad se expone la metodología para la medición del ruido y vigila que dichas condiciones se cumplan, mediante el reconocimiento de áreas.

Se cuenta con tres tipos de controles: **Ingenieril, Administrativo y Equipo de Protección Personal (EPP)**, los cuales al aplicarlos se espera una disminución o atenuación de los altos niveles de ruido, los materiales absorbentes acústicos, rotación del personal, así como **equipo de protección auditiva** aumentan el tiempo de permanencia a la que pudiera estar expuesta una persona y una disminución considerable de los efectos de este.

1. INTRODUCCIÓN

En el sector industrial se presentan problemáticas de pérdida auditiva debido a tiempos prolongados de exposición y falta de controles que permitan minimizar los efectos del ruido.

Las personas con pérdida auditiva manifiestan sordera o una mínima capacidad de oír, esta puede ser leve, moderada, grave o profunda, la mayoría de los casos podrían evitarse mediante la **prevención primaria**.

Debido a la falta de prevención primaria, según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) apunta que 360 millones de personas padecen **pérdida de audición incapacitante** en todo el mundo, se considera incapacitante cuando los niveles auditivos son superiores a los 40 dB¹; la OMS hace una clasificación para explicar las causas de la pérdida auditiva, las cuales son por causas congénitas y por causas adquiridas; las primeras son aquellas que al momento del nacimiento o tiempo después existe una degeneración de células sensoriales y las segundas se deben principalmente a la prolongada exposición a niveles superiores de 80 dB, por ejemplo, en entornos laborales en los que se trabaja con maquinaria ruidosa, por ello la OMS trabaja conjuntamente con los estados miembros para la creación de programas de atención y conservación de la audición.

En México, se trabaja constantemente por la protección del trabajador de manera integral, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), ante esta preocupación publicó la NOM-011-STPS-2001, en donde se precisa generar un programa de conservación de la audición, mediante la vigilancia de los niveles de ruido y el tiempo al que se encuentran expuestos los trabajadores de la industria, por lo cual, a través de controles administrativos y dotación de EPP, se pretende minimizar la exposición para reducir el daño que el personal ocupacionalmente expuesto pueda adquirir, pero esto no es suficiente, por lo cual, los controles ingenieriles podrían llegar a abatir aún más estos efectos por medio de **materiales absorbentes acústico**, por sus propiedades y estructura permiten la atenuación del ruido.

¹ Sordera y pérdida de la audición, OMS, Nota descriptiva No. 300, Marzo 2015.

Medir el ruido ambiental, a través del reconocimiento de áreas con altos niveles sonoros en el proceso productivo de Detergente en Polvo, de acuerdo a la metodología marcada en la NOM-011-STPS-2001, con ello se harán propuestas para implementar controles de tipo ingenieril, y así disminuir el impacto del personal ocupacionalmente expuesto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El ruido laboral se remonta a tiempos antiguos, las ocupaciones como la herrería, la industria metalúrgica, artesanos del bronce y los pescadores debido a la presencia prolongada en los ríos y cascadas.

Bernardino Ramazzini, considerado como el padre de la medicina laboral, en su obra “De Morbis Artificum Diatriba”, hace un análisis profundo de 50 ocupaciones, sus efectos a corto y largo plazo, así como una breve recomendación para minimizar los efectos, en el año 1700, en el Capítulo V.- “Sobre las enfermedades a que están expuestos los artesanos del Bronce”, expone los principales efectos del ruido y lo concibe como un sonido desagradable, con repercusiones para aquellos que se encuentran expuestos continuamente al golpeteo del Bronce.

...”Así pues, en todas las ciudades hay artesanos de esta especie, y en Venecia están todos agrupados en un solo barrio. Se dedican todo el día a martillear el bronce para lograr su ductibilidad y elaborar luego los diversos tipos de recipientes; de ello surgen tan ingente estrépito que sólo esos artesanos tienen allí sus talleres y viviendas, pues todo el mundo escapa del lugar tan desagradable (...) En consecuencia, y ante todo, forzoso es que tal estrépito continuo, afecte malamente a los oídos e incluso a la cabeza toda; por ello, semejantes artesanos suelen acabar sordos y, si se hacen viejos en éste trabajo, sordos del todo. En efecto, el tímpano del oído, a consecuencia de aquella continua percusión, pierde su tensión natural, y la repercusión del aire interno hacia todos lados debilita los órganos de la audición y los desvirtúa. Les ocurre, por tanto, lo mismo que a los ribereños del Nilo en Egipto, que están todos sordos a causa del excesivo estrépito de las cataratas (...) Lo mismo les pasa, y de modo similar a los que a martillazos reducen el oro en finísimas láminas (...) Con qué remedios se puede salir al paso de las afecciones de este tipo no lo veo yo; podría obturarse los oídos con algodón para que las partes internas resulten menos sacudidas por el estrépito, y untarlos con aceite de almendras dulces cuando ya estén quebrantados y conmocionados por tal, estrépito continuo²...”

² Bernardino Ramazzini s. XVIII “De Morbis Artificum Diatriba”- “Tratado sobre las Enfermedades de los Trabajadores”

En 1847 nace Alexander Graham Bell físico norteamericano, quién a su honor dan el nombre de “Bel” o decibelio (dB), siendo la décima parte de una intensidad de señal o sonido, así como potencia del sonido, se mide en escala logarítmica ya que mediante esa función se describe mejor el sonido a través del aparato auditivo y se asemeja a la respuesta del oído humano.

Entre los años de 1877-1878, varios expositores sobre física acústica hacen su aparición, destacando Lord Rayleigh con una publicación de dos volúmenes “Theory of sound”, y para 1910-1915, W.C. Sabine lleva la acústica arquitectónica a la categoría de ciencia, dichas contribuciones dieron pauta al progreso de la acústica.

En los años de 1930-1940, diferentes institutos de Norteamérica así como Universidades (Universidad de Harvard, Instituto Tecnológico de Massachusetts y la Universidad de California), dieron impulso al estudio teórico y experimental de la acústica, también en Europa, especialmente en Alemania e Inglaterra, a través de estos estudios se dio detalle del decrecimiento del sonido en los locales rectangulares, se introdujo el método de especificación de los materiales acústicos, y se fundamentó con precisión el cómputo de la atenuación del sonido en los conductos, se demostraron las ventajas de las paredes irregulares y del uso de material acústico en zonas como paredes, introduciendo materiales acústicos, en una amplia variedad.

Karl D. Kryter, en su compendio “The effects of noise on man” (“Los efectos del ruido en el hombre”), en 1950, propone el término de psico-acústica, en la Universidad de Rochester, se asocia con el Laboratorio de Psico-acústica durante e inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, y se adopta el criterio de la susceptibilidad para los diferentes grupos de edades, es decir, que dependiendo la edad sería el impacto ante la exposición de ruido.

Durante la Segunda Guerra Mundial hubo una demanda de dispositivos para la detección de submarinos y medios de comunicación confiables en ambientes muy ruidosos, un ejemplo claro de ello, son los carros de asalto y aeronaves, el Dr. Aram Glorig fue

asignado durante este período para el estudio de bombas, fue Director del Centro de Audiología (“Audiology and Speech Correction Center”) y opinaba que:

“...Es obvio que si vamos a adoptar la postura de que no haya riesgo auditivo en lo absoluto, los niveles de exposición a ruido deben ser de 80 dB(A) o menos; también se sabe que lograr esos niveles en la industria con maquinaria tal como se presentan en la actualidad es impráctico³...”

Ya para 1962, un grupo de investigadores; Rosen, Bergman, Plester, El-Monfty y Satti, se trasladan a la República de Sudán en el continente Africano, el pueblo tribal Mabaans fue el punto de estudio ya que cumplían con la condición de ser silenciosos, los niveles de ruido eran de 40 dB, los máximos encontrados de 110 dB debido a sus rituales que realizaban dos veces por año, estos consistían en gritar cánticos, el estudio se aplicó a 500 personas, determinando que la pérdida auditiva se presentaba hasta los 70 años, comparables con individuos de 30 y 50 años en el estado de Wisconsin en los Estados Unidos de Norteamérica, estos estudios dieron pauta para la denominación de la socio-acusia, de acuerdo a la edad en contextos sociales, con niveles de ruido elevados.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), elabora y publica “Noise Control Act.”, el cual marcaba puntualmente los criterios de frecuencia, cambios de los niveles de audición a 5 dB son difíciles de determinar, un individuo no puede resultar afectado por aquellos sonidos que no puede percibir, si se protege al 96% de la sociedad el 4% restante, resultará beneficiado, concluyendo:

“...El nivel de protección es de 70 dB(A) promedio a lo largo de las 24 horas diarias durante un intervalo de 40 años, que en el campo laboral equivale a 75 dB en una jornada laboral de 8 horas⁴...”

Todos los estudiosos del ruido y sus aportaciones generaron en la actualidad una importancia relevante para contrarrestar los efectos que este tiene, fue detectado como una de las enfermedades laborales con mayor incidencia debido a la exposición de niveles de ruido elevados, la implementación de los materiales acústicos absorbentes han

³ Federico Miraya, Control de Ruido- Legislación, 1999.

⁴ Federico Miraya, Control de Ruido-Legislación

minimizado los efectos. Desde 1930 comenzó la investigación, así como la implementación de estos, es importante que se sigan cosechando avances científicos y tecnológicos en este rubro.

En México, en la Universidad Nacional Autónoma de México, existe un centro dedicado al estudio de la acústica y vibraciones, CCADET (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico), fue fundado en 1981, ha sido un referente a nivel nacional e internacional, colabora con instancias del Gobierno como SEMARNAT, para estudiar medio ambiente, ruido urbano y acondicionamiento acústico.

2.2 Marco legal en México en materia de ruido

En México debido al crecimiento acelerado de su población se han incrementado los problemas de **ruido ambiental**, el tránsito y motores de automóviles, así como el aglomeramiento de masas, la creación de parques industriales y con ello grandes predios ocupados por fábricas, industrias, armadoras de automóviles, que gracias a la maquinaria, equipo tan robusto y ruidoso surge la legislación para cuidar la salud de las personas.

La *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, en su artículo 4° señala:

“...Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley⁵...”

En el artículo 155 y 156 de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, del Título IV Protección al Ambiente, en el Capítulo VII Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual, prohíbe las emisiones de ruido en cuanto rebasen los límites máximos permisibles marcado por Normas Oficiales Mexicanas y resulten dañinos para la salud de los individuos de acuerdo con la Secretaría de Salud.

De acuerdo al *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo* del Título Tercero.-*Disposiciones generales, organizacionales y especializadas para la seguridad y salud en el trabajo, Capítulo Segundo.- Disposiciones Generales para la Salud en el Trabajo*, el artículo 32 y 33, marcan las medidas de seguridad y salud generales para el cuidado del trabajador durante el desempeño de sus actividades cotidianas, la necesidad de comunicación de los riesgos al estar expuesto a niveles excesivos de ruido por un tiempo prolongado, exámenes periódicos, el uso obligatorio de EPP en aquellas zonas que lo ameriten así como el reconocimiento de áreas con **vibraciones acústicas** elevadas.

⁵ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La legislación vigente de México en materia de ruido, se compone de normatividades específicas (algunos estados cuentan con su propia legislación de ruido) y de aplicación a todo el territorio nacional (NOM-011-STPS-2001), las cuales vigilan los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, donde el individuo puede resultar afectado, esta tiene el mismo objetivo, dar protección a las personas que se encuentran expuestas, para ello se han dividido en dos rubros, mediciones de ruido ambientales (automóviles, ruido generado en un predio, entre otras) y aquellas generadas en los centros de trabajo (industrias, procesos productivos, maquinaria robusta, entre otras), esta última se enfoca al trabajador que se encuentra expuesto a niveles sonoros elevados y su protección.

Ruido Ambiental

Para ruido ambiental la *SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)*, emitió la *NOM-081-SEMARNAT-1994, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición*, en esta se marca la obtención del nivel sonoro de una fuente fija, a través de una metodología bien establecida sobre la medición del ruido ambiental:

- 1) **Reconocimiento inicial.** Localización de zonas críticas, recabar información (croquis de ubicación de la fuente fija, equipo, maquinaria o proceso), descripción de las actividades altamente ruidosas.
- 2) **Medición de campo.** Realizar un recorrido por la parte externa de la fuente fija, así como las colindancias, se ubicarán los puntos en la zona crítica, se puede hacer mediante mediciones continuas o discontinuas, cada una con su procedimiento específico.
 - 2.1) **Mediciones continuas:** Se elige la zona y el horario crítico donde la fuente produzca los niveles máximos de emisión de ruido, ubicar 5 puntos aleatoriamente, medir durante un lapso no menor a 3 minutos y registrar ininterrumpidamente
 - 2.2) **Mediciones semi-continuas:** Con el mismo procedimiento descrito en el punto anterior, realizar 35 lecturas cada 5 segundos.

Si hay impedimento con algún material, se debe buscar una zona con menor dispersión acústica.

Se ha hecho una modificación a esta normatividad sobre los niveles máximos permisibles y se han acotado los mostrados en la Tabla 1.

Tabla1. Límites máximos permisibles y horarios permitidos.

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

En la Ciudad de México se encuentra la mayor concentración poblacional, diariamente se trasladan millones de personas para llegar a sus centros de trabajo en automóvil o medios de transporte; principalmente la afluencia proviene de áreas externas al Distrito Federal, debido a un crecimiento acelerado principalmente en el Estado de México, por esta razón las vías de transporte quedan limitadas para las personas que desean adquirir movilidad hacia el Distrito Federal en donde se cuenta con la mayor parte de los empleos, por ende, a consecuencia del desarrollo económico lento en estas regiones en los traslados se crean caos viales, el tiempo de permanencia en los viajes es prolongado, el ruido de los motores, cláxones, entre otros son factores que pueden mermar la salud de aquellos que se encuentran expuestos, por lo cual existe una normatividad enfocada al ruido ambiental; *NADF-005-AMBT-2013*, emitida por el gobierno de la Ciudad de México, la cual habla de

las Condiciones de medición y límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.

Las emisiones de ruido provienen de **fuentes fijas y/o móviles**, ambas contribuyen a la contaminación acústica, esta normatividad es aplicable sólo para fuentes fijas, a partir de estas se efectuarán las mediciones de los niveles de ruido, si las fuentes detectadas sobrepasan los **límites máximos permisibles**, se comprueba a través de un procedimiento de medición que se describe en dicha norma, por medio del reconocimiento de la fuente generadora de altos niveles sonoros en donde se utilizará como referencia la fuente o bien si ha habido una denuncia ciudadana se debe efectuar la medición, a partir de ese punto será la referencia, posteriormente se identificará el punto con mayor nivel sonoro acústico, determinando perimetralmente tres puntos más, las mediciones se hacen durante 12 minutos como mínimo ininterrumpidamente, en un solo período o cuatro períodos parciales, si la medición es a partir de un punto de referencia los tiempos tendrán que ser repartidos equitativamente para lograr que la medición pueda dar una clara descripción del entorno, es importante el ruido que se genera sin la fuente emisora en “operación” detectada, por lo que se hará una medición sin dicha fuente y así determinar los niveles de ruido, dando un panorama general del ambiente, así como el ruido que se está produciendo independiente de esta, con ello se procede a controlar los efectos del ruido y las afectaciones a la población circundante.

A continuación se mencionan algunos parámetros descritos en la *NADF-005-AMBT-2013*⁶, de ello dependerá los efectos que el ruido circundante tendrá ante una exposición prolongada en ambientes perjudiciales:

...”Actividades que en su operación utilizan herramientas, maquinarias, equipo o cualquier artefacto que produce emisiones sonoras, han deteriorado la calidad de los habitantes, cifras de la OMS, indica que a partir de los 65 dB se produce un daño auditivo, de ello dependerá el:

- a) Grado de afectación*
- b) Intensidad del sonido*
- c) Proximidad de la fuente productora*
- d) Tiempo de exposición*

⁶ NADF- 005- AMBT -2013- Condiciones de medición y límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.

Los efectos dependen de las características anteriormente mencionadas, pueden ser primarios o secundarios, los primeros se presentan inmediatamente o durante la exposición a un estímulo sonoro y los segundos son un efecto por la exposición prolongada a ambientes perjudiciales y se manifiestan a largo plazo.

Se observó que fuentes de ruido vecinas afectan, diversos procesos cognitivos; como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Afectaciones en los procesos cognitivos, a causa del ruido.

40 dB	Dificultan actividades de cálculo
50 dB	<i>Disminuye la eficiencia</i>
55 dB	<i>Entorpece la memoria</i>
60 dB	<i>Dificulta la captación de información auditiva</i>
64 dB	<i>Lento aprendizaje</i>
70 dB	<i>Problemas de comprensión de lectura</i>

...

Ruido Laboral

El 6 de julio de 1994 fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* la Norma Oficial Mexicana *NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*, en ella se establece el monitoreo constante, sobre el ruido generado en los procesos productivos y todas aquellas zonas con niveles sonoros elevados los cuales puedan afectar a los trabajadores por el **tiempo de exposición**, de acuerdo a los niveles máximos permisibles de ruido, mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Límites máximos permisibles de exposición durante una jornada laboral de 8 horas.

NER (Nivel de Exposición al Ruido)	TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición)
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS

La *NOM-011-STPS-2001* contiene metodologías para evaluar el ruido presente en los **centros de trabajo**, expuestas en el *APÉNDICE B*, en el cual se describe la evaluación del **NS_A** (nivel sonoro A), esto se realiza bajo **condiciones normales de operación** y durante toda una jornada laboral (8 horas). Los métodos de evaluación son:

- a) Método de evaluación ambiental. La selección de puntos deberá ser estratégica de modo que se describa el entorno ambiental de manera confiable, ya sea por la ubicación de los puestos de trabajo, proceso de producción, entre otros.
- b) Método de gradiente de presión sonora. El punto inicial se fijará en donde se registre el máximo NS_A, el observador debe desplazarse en la trayectoria marcada hasta encontrar una variación de ± 3 dB, la distancia entre puntos de medición no debe ser mayor a 12 metros, respecto al punto de referencia.
- c) Método de prioridad de áreas de evaluación. A través del **reconocimiento sensorial**, se identificarán las zonas de trabajo con NS_A igual o superior de 80 dB(A), y dividir estas en el plano de distribución de la planta, tomando en cuenta a los trabajadores expuestos, cuidando que no sean superiores a 6 metros por lado, si esto no es posible el arreglo deberá ser en el centro geométrico de cada área.
- d) Método de puesto fijo de trabajo. La ubicación será de suma importancia, ya que es donde el trabajador desempeña sus actividades diariamente, cuidando en no interferir en el desarrollo de las mismas.
- e) Método de evaluación personal. Las mediciones se hacen con un **sonómetro personal**, que mide la **dosis de ruido** a la que se encuentra expuesto el trabajador, la posición del equipo no deberá interferir en las actividades del trabajador e informarles el motivo por el cual se le coloca el instrumento de medición.

Una vez identificado el método de evaluación, se determinará el tipo de variación en las mediciones de ruido, por medio del sonómetro; existen:

- 1) Método para evaluar ruido estable. Este método se utiliza cuando se ha reconocido sensorialmente que el ruido es estable durante toda una jornada laboral, y los períodos de observación son tres y en estos se deben tomar mediciones cada 5 segundos.

- 2) Método para evaluar ruido inestable. Se hace el reconocimiento inicial, que el ruido presenta esta característica de ser inestable durante una jornada laboral (8 horas), se realizan cinco períodos de observación, con 50 lecturas como mínimo, los períodos deberán ser de 5 minutos como máximo y los NS_A cada 5 segundos.
- 3) Método para evaluar ruido impulsivo (sonómetro integrador). Del reconocimiento sensorial se determina que el ruido presenta esta característica durante una jornada de trabajo, con un período de observación, este debe tener una duración de 15 minutos, con 45 lecturas, y registrarse cada 20 segundos.

En el *APÉNDICE C* citado en la NOM-011-STPS-2011, se establecen los métodos para determinar los NPA (Nivel de Presión Acústica), para ello se utiliza un **sonómetro** capaz de medir **octavas de banda**, y esto se utiliza para la selección del EPP, posteriormente en el *APÉNDICE D* contenido en la NOM-011-STPS-2011, se detallan los modelos para elegir la protección auditiva que el trabajador necesita, así como determinar si dicho equipo seleccionado resulta para los fines requeridos, en este se muestran dos modelos:

- a) por octavas de bandas, a través del **factor de reducción (R)**, o
- b) el modelo con mediciones de ruido en dB (A), en el cual se obtiene una aproximación por medio de información proporcionada por el fabricante **NRR (Factor de nivel de reducción de ruido)**, y con ello obtener el nivel de exposición a ruido efectivo.

Las Normas Mexicanas (NMX), de carácter no obligatorio en materia de ruido son enfocadas a la calibración de sonómetros, estas se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. NMX en materia de Ruido-Calibración de los sonómetros.

NMX VIGENTE	FECHA DE APROBACIÓN	REFERENTE A LA ACÚSTICA
<u>1-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 1: UMBRAL DE REFERENCIA EQUIVALENTE DE LOS NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA PARA TONOS PUROS Y AUDÍFONOS SUPRA-AURALES.
<u>NMX-CH-389-2-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 2: UMBRAL DE REFERENCIA EQUIVALENTE DE LOS NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA PARA TONOS PUROS Y AUDÍFONOS DE INSERCIÓN.
<u>NMX-CH-389-3-IMNC-2008</u>	08/10/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 3: UMBRAL DE REFERENCIA EQUIVALENTE DE LOS NIVELES DE FUERZA PARA TONOS PUROS Y VIBRADORES ÓSEOS.
<u>NMX-CH-389-4-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 4: NIVELES DE REFERENCIA PARA RUIDO DE ENMASCARAMIENTO DE BANDA ANGOSTA.
<u>NMX-CH-389-5-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 5: UMBRAL DE REFERENCIA EQUIVALENTE DE LOS NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA EN EL INTERVALO DE FRECUENCIA DE 8 KHZ A 16 KHZ.
<u>NMX-CH-389-6-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 6: UMBRAL DE REFERENCIA DE AUDICIÓN PARA SEÑALES DE ENSAYO DE CORTA DURACIÓN.
<u>NMX-CH-389-7-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 7: UMBRAL DE REFERENCIA DE AUDICIÓN PARA CONDICIONES DE ESCUCHA EN CAMPO LIBRE Y CAMPO DIFUSO.
<u>NMX-CH-389-8-IMNC-2008</u>	08/10/2008	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 8: UMBRAL DE REFERENCIA EQUIVALENTE DE LOS NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA PARA TONOS PUROS Y AUDÍFONOS CIRCUMAURALES.
<u>NMX-CH-389-9-IMNC-2009</u>	20/05/2009	ACÚSTICA-CERO DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS AUDIOMÉTRICOS-PARTE 9: CONSIDERACIONES DE ENSAYO PREFERIDAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE UMBRAL DE AUDICIÓN DE REFERENCIA.
<u>NMX-CH-8253-2-IMNC-2009</u>	09/07/2009	ACÚSTICA-MÉTODOS DE ENSAYO AUDIOMÉTRICO-PARTE 2: AUDIOMETRÍA EN CAMPO ACÚSTICO CON SEÑALES DE ENSAYO DE BANDA ANGOSTA Y TONOS PUROS
<u>NMX-CH-8253-3-IMNC-2010</u>	06/07/2010	ACÚSTICA-MÉTODOS DE ENSAYO AUDIOMÉTRICO-PARTE 3: AUDIOMETRÍA DE VOZ

Otras NMX están referidas al comportamiento y medición del ruido ambiental; como las mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5. NMX en materia de Ruido-Comportamiento y medición del ruido.

NMX VIGENTE	FECHA DE APROBACIÓN	REFERENTE A LA ACÚSTICA
<u>NMX-C-091-1974</u>	04/03/1975	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN MATERIALES ACÚSTICOS
<u>NMX-CH-154-IMNC-2008</u>	13/06/2008	ACÚSTICA-VOCABULARIO DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES.
<u>NMX-CH-1996-1-IMNC-2009</u>	24/12/2009	ACÚSTICA-DESCRIPCIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL-PARTE 1: MAGNITUDES BÁSICAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
<u>NMX-CH-266-IMNC-2009</u>	09/07/2009	ACÚSTICA-FRECUENCIAS PREFERIDAS

Actualmente en México no hay un desarrollo en normatividad sobre el control de ruido, todas las antes expuestas vigilan los niveles máximos permisibles y exponen una metodología para identificar aquellas zonas críticas capaces de afectar la salud de los individuos, la OMS ha tomado acción en la creación de programas para la conservación de audición, ante la preocupación y presencia de la mayoría de casos en países en vías de desarrollo.

Anteriormente en la década de los 70's, había normatividad mexicana específica para los materiales absorbentes acústicos, como las mostradas en la Tabla 6, es bien sabido que no es suficiente con dotar a los trabajadores de EPP, sino para tomar medidas como lo es aislar el ruido; debido a que México entra en la categoría de país en vías de desarrollo, las jornadas laborales suelen ser más extensas o sin descanso dentro de la jornada ordinaria (8 horas), por lo cual se necesitan controles más específicos, y así evitar que los trabajadores presenten pérdida de audición a través del tiempo.

Tabla 6. NMX materiales acústicos Absorbentes-Canceladas.

NMX VIGENTE	FECHA DE APROBACIÓN	REFERENTE A LA ACÚSTICA
<u>NMX-C-094-1974</u>	04/03/1975	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ACÚSTICOS
<u>NMX-C-108-1977</u>	08/06/1977	DETERMINACIÓN DEL NIVEL SONORO CAUSADO POR IMPACTO MECÁNICO EN LOS MATERIALES ACÚSTICOS Y SISTEMAS CONSTRUIDOS
<u>NMX-C-110-1979</u>	28/08/1979	MATERIALES ACÚSTICOS Y SISTEMAS CONSTRUIDOS- DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN ACÚSTICA Y DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN- MÉTODO DE CÁMARAS REVERBERANTES
<u>NMX-C-143-1976</u>	13/01/1977	DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN ACÚSTICA EN CLAUSTROS A PARTIR DE MEDICIONES EN CAMPO
<u>NMX-C-172-1977</u>	30/06/1977	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CAUSADO POR IMPACTO MECÁNICO EN ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE MEDICIONES EN CAMPO

2.3 Legislación internacional en materia de ruido

La legislación en materia de seguridad industrial tiene como principal objetivo cuidar la integridad de los trabajadores, así como las condiciones de trabajo a las que se encuentran expuestos, en ellas contiene las disposiciones mínimas a cumplir, algunos países tienen normatividad o leyes estrictas y específicas en el tema laboral, principalmente aquellos del primer mundo con un desarrollo económico mayor, dando gran peso a estas temáticas; otros en vías de desarrollo, se intentan acoplar a las necesidades específicas y la de sus trabajadores, con ello se pretende nivelar el campo laboral a la par del desarrollo del país y proporcionar condiciones dignas de trabajo, todavía persiste la desigualdad de género a nivel industrial, y la baja remuneración hace que pocos puedan cubrir comodidades, sólo las básicas.

Claro ejemplo de ello es la persistencia de condiciones precarias de trabajo en África, donde las personas sufren esclavitud, trabajo infantil, servidumbre (para pagar una deuda); el crecimiento de la pobreza, así como el aumento de desempleo, crean cierta aceptación a las condiciones y el nivel de vida que prevalece, de acuerdo a un informe emitido por la OIT (Organización Internacional del Trabajo) existe un crecimiento económico en África, pero no han crecido de la mano con la equidad y justicia social, también afirma “...*el proceso de democratización en la región puede fortalecerse mediante una mejor aplicación de las normas internacionales del Trabajo*”⁷...”.

La Unión Europea para garantizar un mejor nivel de vida con protección de la salud y seguridad de los trabajadores ha desarrollado un cuerpo normativo altamente avanzado, esto pretende dar protección a los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y salud reduciendo la exposición, creando un mercado único en el que resultan beneficiados las personas, bienes, servicios y capital, convirtiéndose en una organización activa en la protección a la fuerza laboral.

Entre los países miembros de la Unión Europea se encuentran las siguientes normatividades: En Francia, con su “*Loi n° 92-1444 du 31 decembre 1992 relative a la lutte contre le bruit*” (Ley No. 92-1444 31 de diciembre 1992, relativa a la erradicación del

⁷ OIT, Trabajo Infantil en África

ruido), en esta se dan las disposiciones para la protección contra los niveles elevados acústicos, desde el diseño de transporte público, las fuentes emisoras de ruido, así como la modificación de las estructuras, para eliminar o reducir las consecuencias perjudiciales del ruido, otra de las regulaciones en este país es el *“Décret 95-408 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique”* (Decreto 95-408 relativa a la erradicación del ruido ambiental y modificación del Código de Salud Pública), todas estas leyes y decretos van encaminados a la protección de las personas, principalmente aquellas expuestas, Italia con *“Legge quadro sull’inquinamento acústico”* (Ley contra el Ruido); Portugal *“Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14-11-2000. «Regulamento Geral do Ruído»* (Decreto-Ley No. 292/2000-14/11/2000-Reglamento General de Ruido) y *“Lei n.º 11/87 de 7 de Abril. Lei de Bases do Ambiente”* (Ley No. 11/87 7 de Abril. Ley Ambiental); Bélgica *“Legislation relative au bruit”* (Legislación sobre ruido); Suiza *“Loi fédérale sur la protection de l’environnement”* (Ley Federal de Protección al Ambiente), *“Ordonnance sur la protection contre le bruit”* (Ordenanza de Protección contra el Ruido), existiendo así ordenanzas municipales que cada región emite para el control del ruido, en España los reales decretos para eliminar o minimizar sus consecuencias son: 286/2006-Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido; 1367/2007- Sobre ruido, en lo referente a la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas; 314/2006- Sobre el Código Técnico de la Edificación (DB-HR Protección frente al ruido), estas normativas están enfocadas al establecimiento de las condiciones mínimas, las cuales deben ser respetadas y además acatadas para proporcionar la protección a las personas y trabajadores.

Del Real Decreto 286/2006:

...” El presente Real Decreto tiene por objeto la Prevención de los Riesgos Laborales, estableciendo las condiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y salud, derivados o que puedan derivarse a la exposición del ruido, en particular los riesgos en la audición (...), los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo los avances técnicos y la disposición de medidas de control del riesgo en su origen (...), La reducción de estos riesgos se basarán en los principios generales de la Prevención:

- a) *Métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido.*
- b) *Elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido.*
- c) *Puestos de trabajo.*
- d) *Información y formación adecuada los trabajadores.*
- e) *LA REDUCCIÓN TÉCNICA:*
 - 1) *REDUCCIÓN DEL RUIDO, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con materiales acústicamente absorbentes.*
 - 2) *REDUCCIÓN DEL RUIDO, transmitido por cuerpos sólidos, mediante amortiguamiento o aislamiento.*
- f) *Programas de mantenimiento de equipos de trabajo.*
- g) *Reducción del ruido mediante la organización del trabajo:*
 - 1) *Limitación de la duración e intensidad de la exposición.*
 - 2) *Ordenación adecuada del tiempo de trabajo.*

(...), al aplicar los valores límites de exposición en la determinación de la exposición del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales, LÍMITES DE EXPOSICIÓN: LAeq= 87 dB(A) y Lpico= 135 dB(C), VALORES SUPERIORES DE EXPOSICIÓN: LAeq = 85 dB(A) y Lpico= 137 dB(C), VALORES INFERIORES DE EXPOSICIÓN: LAeq= 80 dB(A), Lpico= 135 dB(C), donde, LAeq es el tiempo de exposición del trabajador, y Lpico, es nivel máximo de presión acústica al que se encuentra expuesto el trabajador (...), es responsabilidad del empresario dar las condiciones adecuadas del trabajo y reducción del ruido, este evaluará los riesgos, (a) nivel, tipo y duración de exposición; (b) existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión del ruido (...), el empresario valorará porqué los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición, lo cual dan lugar (a) verificar los valores límite de exposición, (b) uso y mantenimiento correcto de los protectores auditivos, (c) detección de una lesión auditiva, (d) prácticas seguras de trabajo (...), la vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral de los trabajadores sujetos a la misma con arreglo a lo dispuesto; el acceso, confidencialidad y contenido de dichas historias (...), se deberán adoptar las medidas técnicas y organizativas que garanticen, teniendo en cuenta las circunstancias, la reducción a un mínimo de riesgos derivados de ellos⁸...”

⁸ Real Decreto 286/2006, 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Del Real Decreto 1513/2005:

...”Referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, tiene por objeto la evaluación y gestión del ruido ambiental, estableciendo un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental⁹...”

El Real Decreto, es una normatividad, la cual se enfoca en el de uso mapas estratégicos para acotar, aquellas zonas con una gran cantidad de personas, los métodos de evaluación, efectos nocivos, el control inmediato para los niveles elevados de ruido, en donde se incluye el transporte público, en este decreto se hace un análisis exhaustivo, sobre la afectación a la salud de las personas expuestas al ruido, no sólo de la fuente que produce este, para identificar si existe un problema de ruido se deben tener las siguientes consideraciones marcadas en su artículo 8:

...” Referente al Real Decreto 1513/2005, en su artículo 8:

- *Grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año.*
- *Ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60,000 trenes al año en aeropuertos.*
- *Aglomeraciones de más de 250,000 habitantes y su delimitación territorial.*

Viviendas con recubrimientos especiales, para el aislamiento del ruido...”

Del Real Decreto 314/ 2006:

...”Uno de los principales objetivos de esta norma, es verificar las edificaciones, condiciones de seguridad y la edificación regulando las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, instalaciones, así como la habitabilidad (...)

- *Seguridad estructural.*
- *Seguridad en caso de incendio.*
- *Seguridad de utilización.*
- *Higiene, Salud y Protección del Medio Ambiente.*
- *Protección contra el Ruido¹⁰...”*

⁹ Real Decreto 1513/2005, 17 de noviembre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

¹⁰ Real Decreto 314/2006, 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (DB-HR protección frente al ruido).

El Real Decreto 286/2006, cuida principalmente a los trabajadores a la exposición del ruido, se hacen consideraciones importantes, tales como el tiempo de exposición, medidas ingenieriles, administrativas y el uso de Equipo de Protección Personal, con el afán de la erradicación del ruido obligando a tomar las medidas necesarias, dejando de ser una opción a cumplir sino dar las condiciones dignas de trabajo, para minimizar los efectos que pudiesen llegar a tener, en comparación con la normatividad Mexicana hace evidenciar la falta de avances técnicos en materia de ruido, así como su aplicabilidad en la industria con el desarrollo de materiales capaces de atenuarlo, la severidad en ello se refleja en el compromiso del gobierno ante el trabajo digno.

Los EE.UU, crean una agencia de Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA (Occupational Safety and Health Standards), la cual es parte del Departamento del Trabajo, en esa nación, uno de los principales objetivos de su creación en 1970, es ayudar la disminución de accidentes, enfermedades de trabajo, así como las muertes laborales en los EE.UU; OSHA no tiene autoridad federal, es decir, no puede sancionar monetariamente por no cumplir sus normas en el sector federal, aunque algunos estados llegan a adoptar sus regulaciones e implementan programas, OSHA cubre sólo el sector privado para diferentes campos laborales: agricultores, médico, estibadores, construcción naval, fabricación, entre otros; en materia de ruido se crea el Estándar 1910.95-Occupational noise exposure, donde el nivel máximo acústico permisible es de 85 dB(A) para el trabajo durante 8 horas, también apunta que es importante implementar un programa de conservación de la audición, proporcionar la protección adecuada de manera gratuita, exámenes médicos anuales, así como la capacitación necesaria, para el cuidado del trabajador.

Todos los países, cuentan con un marco legislativo, que regula, vigila y proporciona las herramientas necesarias para nivelar las condiciones de trabajo, con lo anterior corrobora la existencia de países más sensibilizados ante las condiciones dignas de trabajo, pero siempre con un fin común; la protección, cuidado y respeto por la vida.

Para entender el comportamiento del ruido proveniente del sonido es importante conocer la terminología y conceptos generales para la entera comprensión de la acústica, los elementos que la componen, así como su forma de manifestación.

Debido al crecimiento poblacional, la industrial tomó las medidas necesarias para solventar la demanda tan grande que esta exigía, la producción tiende a aumentar, por lo cual, se necesitan máquinas más robustas con mayores dimensiones y potencia, grandes volúmenes de materias primas, ritmos de trabajo acelerados, así como el incremento energético incorporado a las instalaciones de producción, por lo que persiste el riesgo a la salud de los trabajadores.

Sonido

Propagación de una onda a través de un **espacio** o **medio elástico**, este puede ser transmitido en líquidos, sólidos o gases, la principal forma de transmisión en un medio elástico es por **dilatación** y **compresión** pudiendo ser de mayor o menor presión.

¿Qué es el Ruido?

Sensorialmente, el ruido es percibido por el oído como una sensación sonora audible no grata, pero el significado físico del ruido apunta a que es el desplazamiento complejo de moléculas de aire, siendo un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una **vibración**, traducido en una sucesión de pequeñas variaciones de presión, dichas alteraciones pueden ser percibidas por el oído humano, a este fenómeno se le denomina *Presión Sonora*.

Una partícula puede empezar a vibrar y **oscilar** poco en una posición de equilibrio, como se muestra en la Figura 1; esta puede propagarse hasta el límite del sistema en donde, principalmente, habrá un transporte importante de energía, haciendo que este sea audible y perceptible.

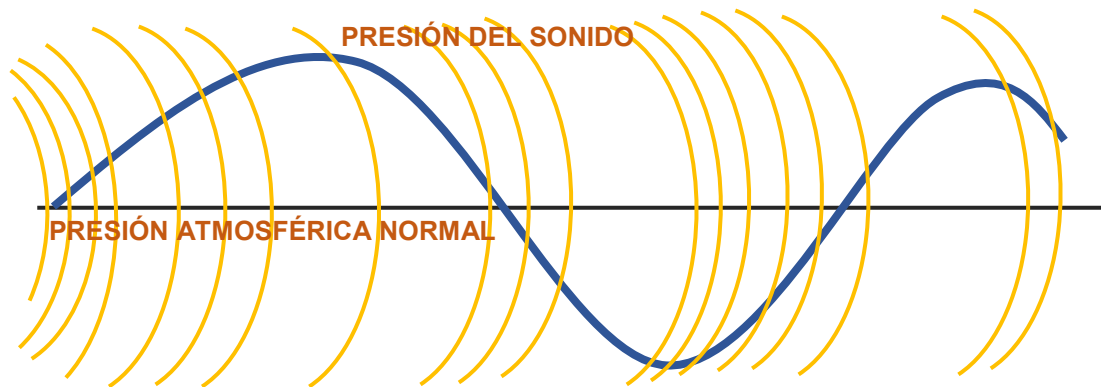


Figura 1. Representación del comportamiento de una onda sonora.

Muchas máquinas emiten sonidos que afectan al personal ocupacionalmente expuesto, donde la principal tendencia son los problemas conductuales, de comunicación y del principal órgano afectado, el sistema auditivo, para las empresas esto representa una pérdida económica importante ya que el patrón está obligado a proporcionar las condiciones adecuadas de trabajo, así como la atención médica en materia laboral.

Transmisión del Ruido

Para analizar la transmisión del ruido es importante considerar tres elementos interaccionando, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Representación de la transmisión del ruido.

La fuente es donde se está produciendo el sonido, dependerá también del medio y receptor, esta no es siempre una constante, si por ejemplo, se está en un cuarto con maquinaria ruidosa pero es muy pequeño el cuarto entonces se tendrán que contemplar algunos aspectos, como el material del cuarto, capacidad de reflexión de paredes, vibraciones a través del suelo, si es que estas se propagan hacia afuera; en cambio sí es grande se contemplarán aspectos como reverberación, condiciones ambientales, entre otras.

El medio es donde se propaga el sonido, anteriormente se dijo que este se podría propagar a través de sólidos, líquidos y gases, por lo cual, tampoco será constante, dependerá de la fuente siempre y cuando esta sea generadora de vibraciones, las cuales puedan ser transmitidas, así como las condiciones ambientales jugarán un papel importante en el medio, la reacción del receptor dependerá de los otros dos elementos ya mencionados.

Siendo los tres elementos no excluyentes e interactivos en todo momento, la línea punteada sugiere que existe una relación indirecta en el modo que interaccionan, la línea continua apunta una relación directa y progresiva para ser accionados.

Movimiento Ondulatorio

El fenómeno sonoro es complejo de describir debido a que sus componentes tienen una base teórica física, el movimiento ondulatorio también es conocido como movimiento armónico simple de tipo sinusoidal obedeciendo a la Teoría de Newton; se le denomina armónico, la razón de esto es porque resulta de un movimiento periódico o repetitivo, con tendencia rectilínea a propagarse desde la partícula misma y, además, se puede describir mediante funciones trigonométricas de senos y cosenos mostrado en la Figura 3.

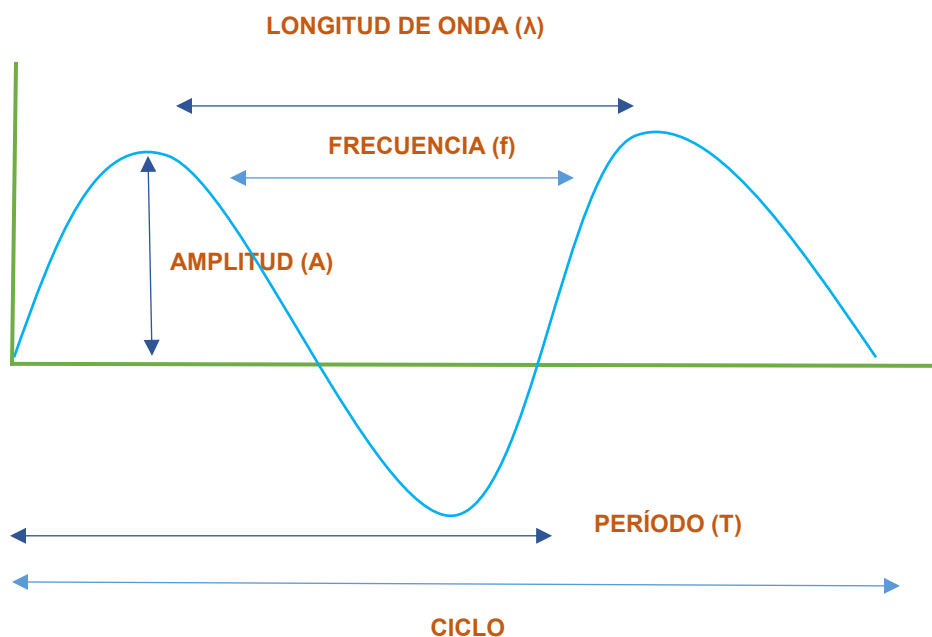


Figura 3. Partes principales de una onda sonora.

Una onda sinusoidal tienen componentes que la caracterizan y son necesarios para describir el movimiento, considerando:

- a) **Frecuencia (f)**. Número de movimientos o pulsaciones (ciclos/segundo) en un rango de tiempo de un segundo, en el aire circundante este movimiento se repite una y otra vez, es un *movimiento periódico*, su unidad de medida es el Hertz.

$$\omega = 2\pi f \quad \text{Ecuación 1}$$

- b) **Período (T)**. Es el tiempo (segundos) en que se realiza una vibración completa, tiene una relación directa con la frecuencia.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{Ecuación 2}$$

- c) **Amplitud (A)**. Elongación máxima, cuando el espacio recorrido es $2A$, entonces es la elongación máxima pico a pico.

$$y = A \quad ; \quad y_{max} = 2A \quad \text{Ecuación 3}$$

- d) **Elongación (x)**. Distancia de desplazamiento respecto a la posición de reposo o equilibrio de la partícula, su unidad de medida principal son los metros, en un instante "t", descrita por una función trigonométrica senosoidal.

$$x = A \text{ sen } 2\pi ft \quad \text{Ecuación 4}$$

- e) **Ciclo**. La repetición de un fenómeno periódico.

$$\text{Ciclo} = 2\pi \quad \text{Ecuación 5}$$

- f) **Longitud de Onda (λ)**. Distancia recorrida (metros) por una onda sonora durante un determinado tiempo, dependerá del medio donde se propague la onda, si tomamos como ejemplo el aire, estará en función de la presión atmosférica.

$$\lambda = C * T = \frac{C}{f} \quad \text{Ecuación 6}$$

Las ondas sinusoidales también pueden estar en fase, desfase y superponerse, se dice que la onda está en fase cuando van en la misma dirección al mismo tiempo, sufre un desfase cuando tiene una diferencia de 180° o en términos prácticos, su comportamiento difiere mientras unas se direccionan para un lugar las otras van en sentido contrario, así también se encuentran a destiempo, éstas se superponen cuando el movimiento es igual y pueden sumarse las elongaciones presentes en la onda sonora.

Ondas Sonoras

El parámetro más significativo en el estudio de las ondas sonoras es la longitud de onda, de la cual se habló en párrafos anteriores, debido a la propagación de estas por un medio ya sea líquido, sólido o gaseoso, si una longitud de onda es mayor del tamaño de un objeto, la onda es apenas afectada por este, teniendo un mínimo efecto, por el contrario, si la longitud de onda es menor que el tamaño de un objeto, la onda se dispersará, ver Figura 4.

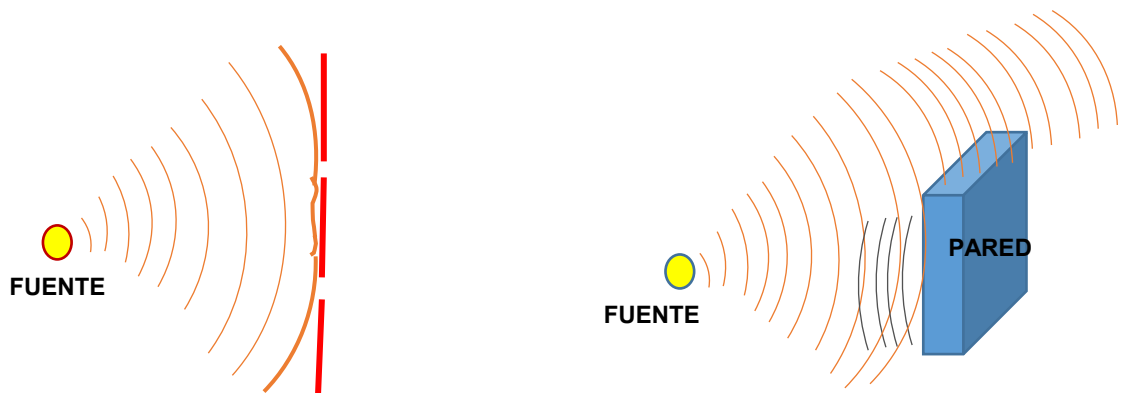


Figura 4. Comportamiento de las ondas sonoras con respecto al tamaño del objeto incidente.

Campo acústico libre

El lugar donde puede propagarse libremente y sin reflexión es conocido como campo acústico libre, las ondas propagadas en un medio así se les denomina ondas acústicas progresivas libres.

Campo acústico difuso

En un campo acústico con características de ser difuso, las ondas sonoras se propagan en todas direcciones y con presión sonora igual en todos los puntos del lugar donde se dispersan.

Reverberación

El sonido emitido directamente de la fuente sonora y, el cual, permanece aun cuando ha cesado de emitir, persistiendo en el lugar por un determinado tiempo donde la principal característica son las **superficies reflectantes** o poco absorbentes de sonido, el remanente por dicho efecto se le conoce como reverberación.

Divergencia

La capacidad de las ondas sonoras acústicas de viajar a través del aire libre en todas direcciones, sin encontrar superficies reflectantes, así como la presión sonora es atenuada por la distancia donde está situada la fuente sonora.

$$p = p_x \left(\frac{r_x}{r} \right) = \text{constante} * \frac{1}{r} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

p: Presión del punto de medida.

r: Distancia del punto de medida.

p_x : Presión sonora a una distancia determinada.

r_x : Centro acústico a la fuente acústica.

Intensidad

Por medio de la intensidad se puede decir que un sonido es fuerte o débil, la propagación de una onda sonora, va acompañada de un flujo de energía, la intensidad en una definición más formal es la potencia transmitida por unidad de área, en dirección al movimiento.

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

p: Presión sonora.

ρ : Densidad del medio de propagación.

c: Velocidad del sonido en ese medio.

Tono

Por medio del tono se distinguen **sonidos graves o agudos**, la primera sensación sonora se debe a las **bajas frecuencias**, la segunda se debe a **altas frecuencias**.

Timbre

El timbre es una cualidad con la que se puede distinguir los tonos emitidos de diferente naturaleza. En física, el timbre es asociado, ya que los sonidos suelen ser no puros, es decir, provienen de un tono y frecuencias diferentes.

Nivel de Presión Sonora

Se ha definido el campo de audición en niveles de 20 a 20,000 Hz. Siendo una escala logarítmica de presiones sonoras acústicas, la presión de referencia fue impuesto, a partir del umbral de audición de una persona con buenas características auditivas: 20×10^{-5} Pa, la unidad de un nivel de presión sonora es el decibelio, simbolizado como (dB). La magnitud de la presión sonora, viene dada por la siguiente expresión:

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

L_p : Nivel de presión sonora.

P: Presión sonora en el medio.

P_0 : Presión de referencia= 0,0002 dB

Octavas de Banda

Una banda de frecuencia es una zona del espectro caracterizada por dos frecuencias límite (inferior y superior), y una frecuencia central, siendo su ancho la diferencia entre las dos frecuencias límite.

Una banda de tercios de octava es la tercera parte de una banda de octava, es decir, cada octava se divide en tres bandas de frecuencia.

Las octavas vienen de las notas musicales: *do, re, mi, fa, sol, la, si, DO*, y es el intervalo entre dos sonidos, estos son los sonidos que están registrados como conocidos y que nuestro oído puede percibir, dentro de cada uno de estas notas hay tonos y semitonos, que pueden ser percibidos por nuestro órgano auditivo, las frecuencias centrales de las octavas de banda son: 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 Hz, etc.

Curvas de igual sensación sonora

Las curvas dan respuesta al oído humano ante el sonido, Fletcher y Munson obtienen dichas curvas observando el comportamiento de la presión sonora e interacción con el aparato auditivo, hacen una clasificación de acuerdo a un sonido específico cambiando frecuencias y obtienen:

De 20 a 1,000 Hz – Zona de atenuación

De 1,000 a 5,000 Hz – Zona de amplificación

De 5,000 Hz en adelante – Zona de atenuación

Existen dos zonas de atenuación por debajo de los 1,000 Hz y a partir de 5,000 Hz en adelante ya que en estos rangos la respuesta del oído humano, así como su interacción con este resulta ser imperceptible.

Escalas de Ponderación

Se tienen cuatro escalas de ponderación A, B, C y D, las cuales se basan en las curvas de igual sensación sonora y el comportamiento del oído, estos actúan como filtros de corrección o atenuación que aproximan a la respuesta del sistema auditivo ante un sonido, estos filtros se encuentran principalmente en los sonómetros, aparatos para medir el nivel de ruido y son filtros de corrección.

Escala A. Atenuación que soporta niveles de presión sonora baja a distintas frecuencias.

Escala B. Atenuación a niveles intermedios.

Escala C. Atenuación a niveles bajos.

Escala D. Niveles muy altos de presión sonora, por encima de los 120 dB.

Ancho de Banda

Se utilizan filtros para analizar el ruido y descartar aquellos componentes, cuyas frecuencias están por encima o debajo de los límites, dichas frecuencias son filtradas, se les conoce como paso de banda, a la diferencia entre ambas frecuencias límites, representa el ancho de banda.

Ruido de Fondo

Cuando se realiza una medición ambiental pero además hay maquinaria en el perímetro, la cual produce una gran cantidad de ruido, la muestra resultará afectada por el ruido exterior; aquellos ruidos generados por otra fuente los cuales afectan directamente la evaluación ambiental, es conocida como ruido de fondo.

2.5 Tipos de ruido

La norma oficial mexicana 011, define al ruido como:

...” Sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con tiempo de exposición de los trabajadores, a ellos pueden ser nocivos a la salud del trabajador¹¹ ...”

Para clasificar el tipo de ruido se toma en cuenta la exposición de los trabajadores, el comportamiento del sonido y sus variaciones dependiendo del tiempo de exposición; los límites de audición (20 Hz – 20,000 Hz) son de gran importancia, a partir de estos se determinan los niveles sonoros acústicos aceptables a los que pueden estar expuesto un individuo sin afectar de manera permanente su oído, aunque si la exposición suele ser cotidiana se tendrá una pérdida progresiva.

Para determinar el tipo de ruido se hace un reconocimiento sensorial, posteriormente a través de mediciones se corrobora si la apreciación se ha realizado correctamente.

Ruido Estable. Tiene un nivel sonoro A constante y presenta fluctuaciones en el intervalo de ± 5 dB, durante el período de observación.

Ruido Inestable. Tiene un nivel sonoro A variable y presenta fluctuaciones en un intervalo mayor a 5 dB, durante el período de observación.

Ruido Fluctuante. Por observación, este tipo de ruido jamás presenta estabilidad sino variación continuamente.

Ruido Impulsivo. Su principal característica es el aumento súbito y un decaimiento rápido, inestabilidad con una duración aproximada menor o igual a segundo.

Ruido Intermitente Fijo. Presenta caídas bruscas hasta llegar a un nivel ambiental manteniéndose por un tiempo, volviendo a alcanzar un nivel superior donde de igual forma se mantendrá, posteriormente tendrá una nueva caída al nivel ambiental.

Ruido Intermitente Variable. Constituido por la sucesión de distintos niveles de ruidos estables.

¹¹ Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido

2.6 Aparatos para medir el ruido

Los aparatos utilizados para monitorear los niveles de ruido es el sonómetro y el dosímetro, estos se encargan de medir los dB de ruido producido por maquinaria, estas vibraciones viajan por el aire impactando a personal circundante.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) publicó la norma IEC 61672-1 (parte 1), donde se establecen las nuevas especificaciones en la fabricación de sonómetros, anulando y reemplazando a las normas IEC60651 e IEC60804.

En la actualidad, la realización de estas mediciones ambientales y personales, son de gran importancia, evidencian el cumplimiento normativo, pero no tan sólo eso, sino que están a la par internacionalmente en el ámbito laboral o ambiental.

En 1979 se publica la IEC651 y en 1993 IEC60651, donde principalmente se establecen criterios para la fabricación de 4 clases de sonómetro, estos se basan en su exactitud y su principal característica es la variación en diferencias frecuencias, los cuales son mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Clases de sonómetros.

SONÓMETRO CLASE	EXACTITUD	USO
0	± 0,4 dB	Patrón de referencia para laboratorios.
1	± 0,7 dB	Laboratorios o en campo donde el ambiente pueda controlarse.
2	± 1,0 dB	Aplicaciones generales
3	± 1,5 dB	Aplicación de reconocimiento de los niveles sonoros para determinar si se violan los límites establecidos.

Estos instrumentos deben incluir las redes de ponderación A, B y C; con velocidades de integración S-Lento (Slow), F-Rápido (Fast), I- Impulsivo (Impulse) y el valor cresta (Peak).

En la Parte 1 de la norma IEC 61672-1 se establecen las características electroacústicas de 3 Tipos de medición:

- a) Sonómetro Convencional. Mide los Niveles de Presión Acústica con una ponderación temporal exponencial.
- b) Sonómetro Integrador-Promediado. Mide el Nivel Sonoro Equivalente de Presión Acústica.
- c) Sonómetro Integrador. Mide el nivel de exposición a ruido.

Para los tres tipos de sonómetros tiene una red de ponderación A, de aquí se especifican 2 clases de sonómetros:

- Clase 1
- Clase 2

Ambos tienen las mismas especificaciones, difiriendo en los límites de tolerancia.

Los dosímetros fueron concebidos para indicar las dosis de ruido bajo el esquema del porcentaje de un límite legal. Dicho límite y su definición varían entre un país y otro, y son susceptibles de cambio y se rigen bajo la Norma IEC 61652.

Los monitoreos personales de exposición a ruido deben de cumplir con las especificaciones de un sonómetro integrador de clase 2, para operar como mínimo en los intervalos de 80 a 130 dB(A) y de 63 a 8000 Hz.

3. DESARROLLO

3.1 Descripción del proceso productivo de detergente

El proceso comienza con la elaboración de ácido sulfónico, que se obtiene a partir de la oxidación de azufre en estado líquido, la oxidación se lleva a cabo con aire proveniente del medio ambiente, el cual se seca para evitar que con la humedad del ambiente se genere ácido sulfúrico, primeramente se genera dióxido de azufre, seguido de esto pasa por un reactor catalítico en el cual se produce trióxido de azufre; el aire ambiente es alimentado al proceso con grandes sopladores provocando un aumento de ruido aproximadamente hasta 105 dB(A), estos sopladores se encuentran en cuartos aislados para evitar la contaminación auditiva del resto del área de proceso.

Una vez obtenido el trióxido de azufre se le eliminan impurezas mediante filtros, el trióxido de azufre es mezclado con el dodecilbeceno para obtener el ácido sulfónico, posteriormente el dodecilbeceno se hace reaccionar con el hidróxido de sodio para la obtención del dodecilbencensulfonato de sodio, para obtener finalmente la base del detergente.

La base obtenida del proceso de sulfonación se bombea a la parte de secado mediante bombas con motores que generan niveles de ruido mayores a 85 dB(A), a esta base se le agregan materias primas, como: sulfato de sodio, silicato de sodio, entre otros, mediante dosificadores los cuales son accionados con válvulas neumáticas para generar la pasta, base de cualquier detergente producido, las válvulas neumáticas provocan niveles de ruido entre 85 y 92 dB(A).

La recepción de las materias primas requeridas para la elaboración de Detergente en Polvo, son recibidas en ferrotolvas, carrotolvas y/o carrotanques, al realizar la apertura y vaciado de las ferrotolvas se requiere de maquinaria con niveles sonoros elevados, aproximadamente a 105 dB(A), las materias primas sólidas se transportan por medios neumáticos y las líquidas por bombas, debido a la capacidad requerida por el proceso son equipos grandes que a su vez elevan los niveles de ruido aproximadamente a 95 dB(A).

La pasta obtenida se transporta mediante bombas de alta presión hacia las torres de secado las cuales por su condición de operación requieren tanto grandes cantidades de aire como grandes flujos de pasta, el aire que es suministrado a las torres de secado, para lo cual requiere de sopladores; la operación requiere también de equipos generadores de vacío en la torre de secado, de tal manera son equipos con motores demasiado grandes por ello los niveles de ruido se elevan a aproximadamente 101 dB(A) contaminando los demás niveles del proceso donde se encuentra personal operativo.

El detergente al salir de las torres de secado es transportado mediante bandas que son movidas por grandes rodillos, que a su vez requieren de motores ruidosos; este es llevado a los niveles más altos del área de proceso, es decir, a los niveles de construcción de las instalaciones en donde se encuentran las bandas transportadoras para agregar mediante dosificadores las materias primas, estas darán las características del tipo de detergente que se va a generar, siendo estos: el perfume, la mota, las enzimas biodegradables, el color, entre otros materiales; en la dosificación de ciertos materiales se utilizan igualmente válvulas neumáticas las cuales al ser accionadas generan niveles de ruido de aproximadamente 90 dB(A).

Una vez preparado el detergente en polvo se va almacenando en grandes silos para así por gravedad lleguen al nivel llamado Alimentación de Tolvas, donde se utilizan carritos para alimentar las líneas de envasado, en este nivel debido al polvo que se puede llegar a levantar se tienen equipos colectores donde igualmente se operan mediante sistemas neumáticos, por el área con la que cuenta el nivel y los pocos equipos los niveles de ruido son aceptables (80 dB(A)).

En el área de envasado se tienen líneas demasiado juntas con aproximadamente 7 personas por línea, las máquinas envasadoras utilizan sistemas neumáticos para sellar las bolsas contenedoras del producto final, al activarse estos sistemas se generan niveles de ruido desde los 82 dB(A) hasta los 90 dB(A), otra fuente emisora son los motores que mueven los rodillos los cuales a su vez mueven las bandas transportadoras del producto final. Una vez envasado, empacado, estibado y paletizado, las tarimas se transportan mediante montacargas hacia el transporte interno el cual lleva este producto a las bodegas de almacenaje.

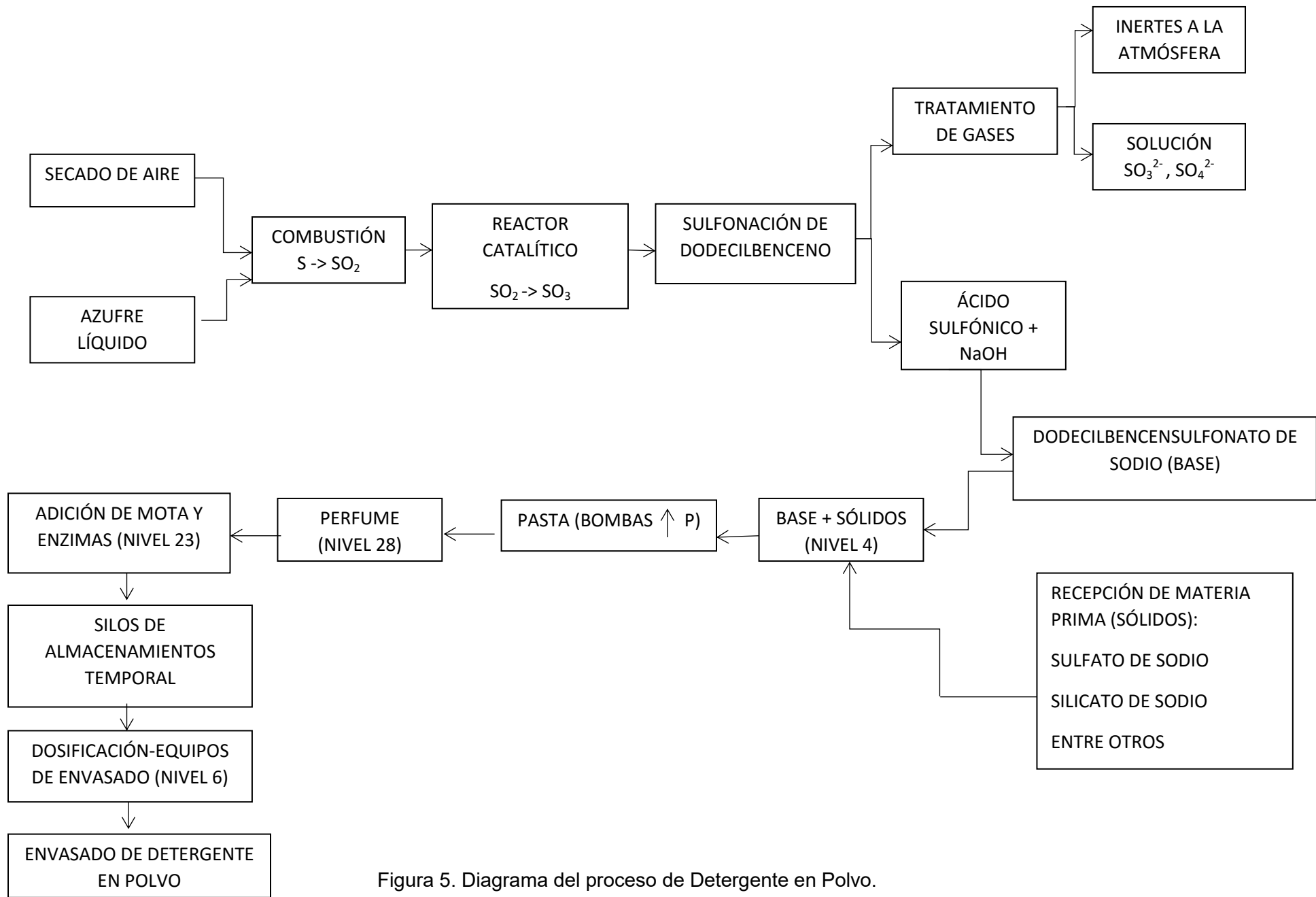


Figura 5. Diagrama del proceso de Detergente en Polvo.

3.2 Reconocimiento y evaluación del ruido ambiental, según la NOM-011-STPS-2001 en el proceso productivo de detergente en polvo

Para el reconocimiento y evaluación de ruido ambiental, se lleva a cabo en etapas como se muestra en la figura 5.

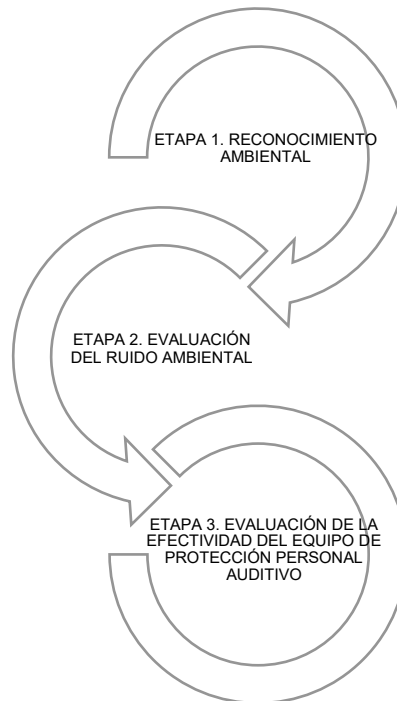


Figura 6. Etapas para el reconocimiento y evaluación ambiental.

Los recorridos al proceso productivo de elaboración de Detergente en Polvo son utilizados para determinar sensorialmente si el ruido es: estable, inestable o impulsivo, en dicho caso, la NOM-011-STPS-2001, cuenta con diferentes metodologías para determinar si el reconocimiento sensorial ha sido correcto.

Se determinó que en el proceso de elaboración de Detergente en Polvo el ruido es estable en la mayor parte de sus áreas y en algunas inestable, durante la jornada laboral (8 horas), por medio del reconocimiento sensorial.

El sonómetro utilizado para realizar las mediciones es clase 2, no cuenta con filtro para medir octavas de banda.

Etapa 1. Reconocimiento Ambiental

El entorno ambiental es de suma importancia, ya que en él se desarrollan las actividades cotidianas, en donde se ven expuestos los trabajadores a niveles sonoros particulares de cada área, así como del tipo de **fuentes emisoras**, las máquinas de gran tamaño debido a su mecanismo y robustez producen vibraciones acústicas, las cuales derivan en accidentes o afecciones a la salud de los trabajadores manifestándose a través del tiempo por la permanencia diaria y prolongada en zonas con niveles sonoros elevados, esto deberá ser controlado pero no sólo del área que presente dicha problemática, sino también de aquellas áreas externas aledañas que generen niveles de ruido altos, lo que intensifica el efecto del ruido ambiental y el impacto a los trabajadores.

E.1.1. Identificar las áreas y fuentes emisoras

En el proceso de Detergente en Polvo se hizo un recorrido sensorial, en condiciones normales de operación, los puntos identificados por áreas describen el entorno ambiental y plasman de forma adecuada la posición, la forma progresiva, esta ubicación de puntos dependerá de cada lugar específico.

Las principales áreas en dicho proceso fueron identificadas por puntos progresivos y se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Identificación de áreas.

ÁREA IDENTIFICADA	FUENTE EMISORA	PUNTOS LOCALIZADOS	NSA (dB)
Descarga de Sulfato	Válvulas neumáticas, motores, equipo vibrador	1	96
Sulfonación	Sopladores, motores, hornos, tubería	2 y 3	88,8
Dosex Nivel 4	Motores	4 y 5	90
Básculas Nivel 8	Válvulas neumáticas	6 y 7	88,3
Dosificador de Polvos Nivel 14	Válvulas neumáticas	8 y 9	91,8
Colectores de Polvo	Válvulas neumáticas, motores	10 y 11	90,2
Envasado	Válvulas neumáticas, rodillos	12 a 19	87,3
Alimentación de Tolvas	Válvulas neumáticas	20 y 21	82,1
Dosificación de Concentrados Nivel 23	Motor en nivel próximo	22	87,2
Casetas de Espreas	Motores en niveles próximos	23 y 24	84,5
Cuarto de Compresores	Motores, compresores	25 y 26	100,3

Nota: Los puntos identificados son exclusivos del proceso de Detergente y de cada área de éste, así como la fuente emisora particular de cada una de ellas.

E.1.2. Identificar al personal por exposición potencial a ruido

En cada área, los trabajadores tienen un puesto de trabajo específico, el cual dependerá de la necesidad y requerimientos del proceso, por lo que estos deben estar capacitados sobre los efectos del ruido, si se encuentran expuestos a niveles elevados y no tan elevados, de ello dependerá la medida y controles que se implementarán para así atenuar la exposición potencial a ruido. Los puestos de trabajo y fuentes emisoras, se describen en la Tabla 9.

Tabla 9. Reconocimiento de áreas por puesto de trabajo y fuente emisora.

ÁREA IDENTIFICADA	FUENTE EMISORA	NÚMERO DE TRABAJADORES EXPUESTOS POR TURNO	PUNTOS LOCALIZADOS	NSA (dB)
Descarga de Sulfato	Válvulas neumáticas, motores, equipo vibrador	4	1	96
Sulfonación	Sopladores, motores, hornos, tubería	7	2 y 3	88.8
Dosex Nivel 4	Motores	4	4 y 5	90
Básculas Nivel 8	Válvulas neumáticas	4	6 y 7	88.3
Dosificador de Polvos Nivel 14	Válvulas neumáticas	2	8 y 9	91.8
Colectores de Polvo	Válvulas neumáticas, motores	2	10 y 11	90.2
Envasado	Válvulas neumáticas, rodillos	120	12 a 19	87.3
Alimentación de Tolvas	Válvulas neumáticas	40	20 y 21	82.1
Dosificación de Concentrados Nivel 23	Motor en nivel próximo	2	22	87.2
Casetas de Espreas	Motores en niveles próximos	3	23 y 24	84.5
Cuarto de Compresores	Motores, compresores	Ocasionalmente 1 o 2	25 y 26	100.3

Es importante tener información sobre el tiempo de exposición y el horario dependiendo el turno de trabajo mostrada en la Tabla 10, con ello se identificará la exposición potencial a ruido.

Tabla 10. Turnos de personal en proceso de producción de detergente en polvo.

DEPARTAMENTO	TURNO	HORARIO	TIEMPO ESTIMADO DE EXPOSICIÓN
Producción de Detergente en Polvo	1	06:00 - 14:00 Hrs.	8 horas aproximadamente
	2	14:00 - 21:30 Hrs.	
	3	21:30 - 06:00 Hrs.	

E.1.3. Método para efectuar la evaluación de la exposición a ruido en las áreas de trabajo

Los métodos para la evaluación se eligieron por medio del reconocimiento sensorial, así como la descripción del entorno ambiental de manera confiable, también se realizó bajo condiciones normales de operación y en una jornada laboral de 8 horas.

Los puntos seleccionados en el proceso de Detergente en Polvo describen adecuadamente el entorno ambiental, de igual manera los puestos de trabajo en el proceso de producción fueron considerados para la evaluación.

Para determinar que el ruido es estable o inestable se debe considerar lo que marca el numeral B.6.1.1.3 de la NOM-011-STPS-2001 y mostrado en la Tabla 11.

Tabla 11. Tipo de ruido y método.

	GRADIENTE DE PRESIÓN SONORA	PRIORIDAD DE ÁREAS DE EVALUACIÓN	PUESTO FIJO DE TRABAJO
RUIDO ESTABLE	SI	SI	SI
RUIDO INESTABLE	NO	SI	SI
RUIDO IMPULSIVO	NO	SI	SI

Método de evaluación ambiental: Ruido Estable

Para este caso se debe considerar que:

- El reconocimiento sensorial del ruido es estable.
- Las mediciones se harán durante toda una jornada laboral (8 horas).
- Las características del proceso no cambien.
- Se debe realizar la medición durante dos períodos.

Características de la evaluación con sonómetro integrador:

- a) Cada período tendrá una duración mínima de 5 minutos (10 lecturas).
- b) Durante cada período deberán registrarse los NSCEA,T cada 30 segundos.
- c) Por punto, se deberán hacer cada 2 horas una medición.
- d) Se usará la respuesta dinámica RÁPIDA del sonómetro.

Método de evaluación ambiental: Ruido Inestable

Para este caso se debe considerar que:

- El reconocimiento sensorial del ruido es inestable.
- Las mediciones se harán durante toda una jornada laboral (8 horas).
- Las características del proceso no cambien.
- Se debe realizar la medición durante tres períodos.

Características de la evaluación con sonómetro integrador:

- a) Cada período tendrá una duración mínima de 5 minutos (10 lecturas).
- b) Durante cada período deberán registrarse los NSCEA,T cada 30 segundos.
- c) Por punto, se deberán hacer cada 2 horas una medición.
- d) Se usará la respuesta dinámica RÁPIDA del sonómetro.

Método de prioridad de áreas de evaluación

Para hacer uso del método se deben reconocer los puntos sensorialmente, identificándose aquellas zonas con un NSA superior o igual a 80 dB(A), estas áreas pueden ser

jerarquizadas exponiendo las razones en el registro de evaluación y los puntos deben ubicarse en las zonas de mayor densidad de trabajadores.

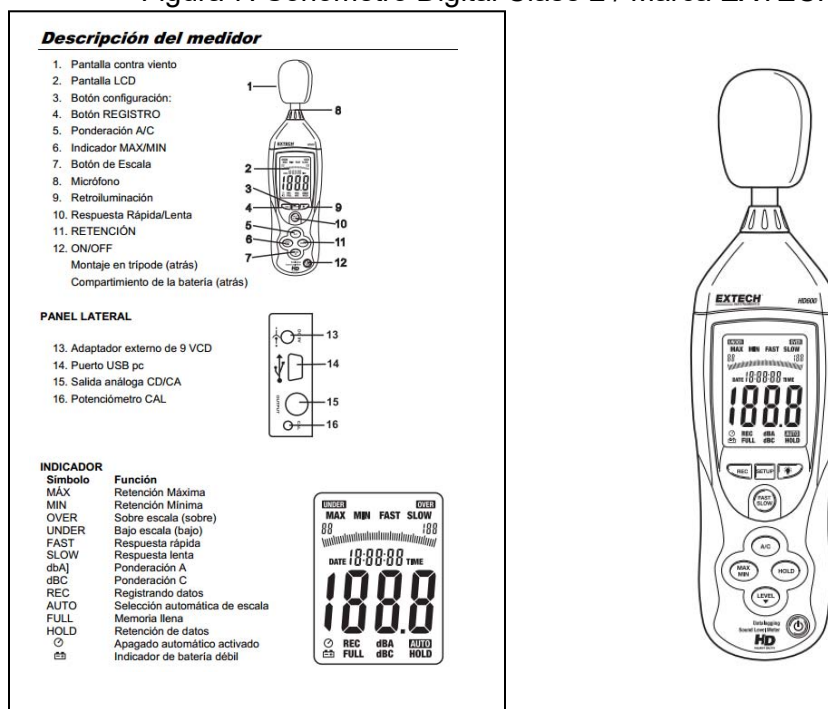
E.1.4. Instrumento a utilizar de acuerdo al método

El instrumento utilizado para realizar la evaluación ambiental es un sonómetro clase 2 de marca “EXTECH” mostrado en la figura 6, este no cuenta con un filtro para realizar mediciones de bandas de octavas NPA, el sonómetro es empacado una vez calibrado, probado y cumple con la normatividad IEC 61672-1:2000 (Clase 2) e IEC 60651:1979 (Tipo 2), sus características son mostradas en la Tabla 12.

Tabla 12. Descripción del sonómetro.

MARCA	EXTECH
MODELO	HD600
CLASE	2
NIVELES DE PRESIÓN	30 a 130 dB
ESCALAS DE PONDERACIÓN	A y C
TIEMPO DE RESPUESTA	Rápida / Lenta

Figura 7. Sonómetro Digital Clase 2 / Marca EXTECH.



Etapa 2. Evaluación Del Ruido Ambiental

La evaluación de ruido ambiental realizó de acuerdo a lo postulado en la NOM-011-STPS-2001, con los métodos para ruido estable y priorización de áreas, con el objetivo de identificar aquellas áreas donde los niveles de ruido son elevados, para así poder determinar las medidas de control de ruido.

E.2.1. Límites máximos permisibles

En el APÉNDICE A contenido en la NOM-011-STPS-2001, se establecen los límites máximos permisibles para una jornada laboral de 8 horas, esto es aplicable para cualquier tipo de ruido, los límites se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Tiempo de exposición.

NER	TMPE
90 dB(A)	8 horas
93 dB(A)	4 horas
96 dB(A)	2 horas
99 dB(A)	1 hora
102 dB(A)	30 minutos
105 dB(A)	15 minutos

E.2.2. Condiciones de operación de la planta

La identificación de las áreas con altos niveles de ruido (superiores a 80 dB(A)) se realizó cuando el proceso de fabricación de Detergente en Polvo se encontraba en condiciones normales de operación, la evaluación como tal de los niveles de ruido se realizó en 2 días, llevarlo a cabo de esta manera debido a que el proceso es continuo y en ambos días se encontraron las condiciones de operación que marca el procedimiento de evaluación.

E.2.3. Método de evaluación ambiental

De acuerdo al numeral B.6.5. Método para evaluar ruido estable, B.6.6. Método para evaluar ruido inestable y B.6.3. Método de prioridad de áreas de evaluación, citados en la NOM-011-STPS-2011, se obtuvieron los puntos en donde existe personal ocupacionalmente expuesto, mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14. Identificación de áreas y valores obtenidos, de acuerdo al límite máximo permisible.

NO.	IDENTIFICACIÓN	NER dB(A)	NMP dB(A)	REBASA NMP	TMPE (h)
1	Descarga de Sulfato	95,5	90	SI	2,2
2	Sulfonación Planta 3 y 4	87,3	90	NO	NA
3	Torres de Secado 1 y 2	89,8	90	NO	NA
4	Preparadores	90,3	90	SI	7,5
5	Preparadores	89,8	90	NO	NA
6	Básculas	88,5	90	NO	NA
7	Básculas	88,6	90	NO	NA
8	Dosificador de Polvos	91,4	90	SI	5,8
9	Ventilador de Torre 2	96,4	90	SI	1,8
10	Humedades	89,4	90	NO	NA
11	Colectores de Polvo	91	90	SI	6,3
12	Línea 2 Envasado	86,9	90	NO	NA
13	Línea 5 Envasado	85,6	90	NO	NA
14	Línea 8 Envasado	85,6	90	NO	NA
15	Línea 10 Envasado	88,1	90	NO	NA
16	Línea 13 Envasado	88,7	90	NO	NA
17	Línea 17 Envasado	83,9	90	NO	NA
18	Línea 22 Envasado	87,3	90	NO	NA
19	Frente Oficina Envasado	81,2	90	NO	NA
20	Alimentación de Tolvas	82	90	NO	NA
21	Alimentación de Tolvas	81	90	NO	NA
22	Dosificación de Concentrados	86,8	90	NO	NA
23	Frente a Caseta de Torre No. 5	83,1	90	NO	NA
24	Frente a Caseta de Torre No. 3	85,9	90	NO	NA
25	Cuarto de Compresores	99,2	90	SI	1,0
26	Cuarto de Compresores	101,7	90	SI	0,5

Para aquellos valores entre 90 dB(A) y 105 dB(A), de acuerdo al numeral 7.2 citado en la NOM-011-STPS-2011, y la Tabla 13, donde de acuerdo a la metodología especificada, señala que se calcule el TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición), con la finalidad de comprobar que los trabajadores en área no están siendo sobreexpuestos a niveles acústicos elevados, de acuerdo a la Ecuación 10.

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER-90}{3}}}$$

Ecuación 10

De acuerdo a las figuras 7, 8, 9, 10, 11, se identifican las principales áreas con problema de ruido en el proceso de detergente en polvo, las cuales se determinaron a partir de un reconocimiento ambiental recorriendo las zonas del proceso y especificadas en la tabla 14, en el APÉNDICE A.1, se presenta los datos obtenidos en campo recorriendo las áreas previamente identificadas con mayor nivel ruido, en el APÉNDICE A.2.2. se presenta una memoria de cálculo de acuerdo al método matemático marcado en la NOM-011-STPS-2001; en donde se especifica que si el ruido es estable o inestable será reconocido por las variaciones del sonido durante condiciones normales en una jornada de trabajo, por medio del sonómetro integrador, para la medición del ruido inestable se registran 20 mediciones (Ecuación 11, 12 y 13), y para el ruido estable se registran 30 mediciones (Ecuación 14, 15 y 16), con el sonómetro integrador marca EXTECH mostrado en la figura 6 .

$$NSCE_{A,T}i = 10 \log \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} 10^{\frac{Nk}{10}} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$NSCE_{A,T}i = 10 \log \frac{1}{30} \sum_{k=1}^{30} 10^{\frac{Nk}{10}} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Te = \sum_{i=1}^n ti = 8 \text{ horas} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Te = \sum_{i=1}^n ti = 8 \text{ horas} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$NER = 10 \log \frac{\sum_{i=1}^n ti 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}}}{- 10 \log Te} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$NER = 10 \log \frac{\sum_{i=1}^n ti 10^{\frac{NSCE_{A,T}i}{10}}}{- 10 \log Te} \quad \text{Ecuación 16}$$

RUIDO INESTABLE

RUIDO ESTABLE

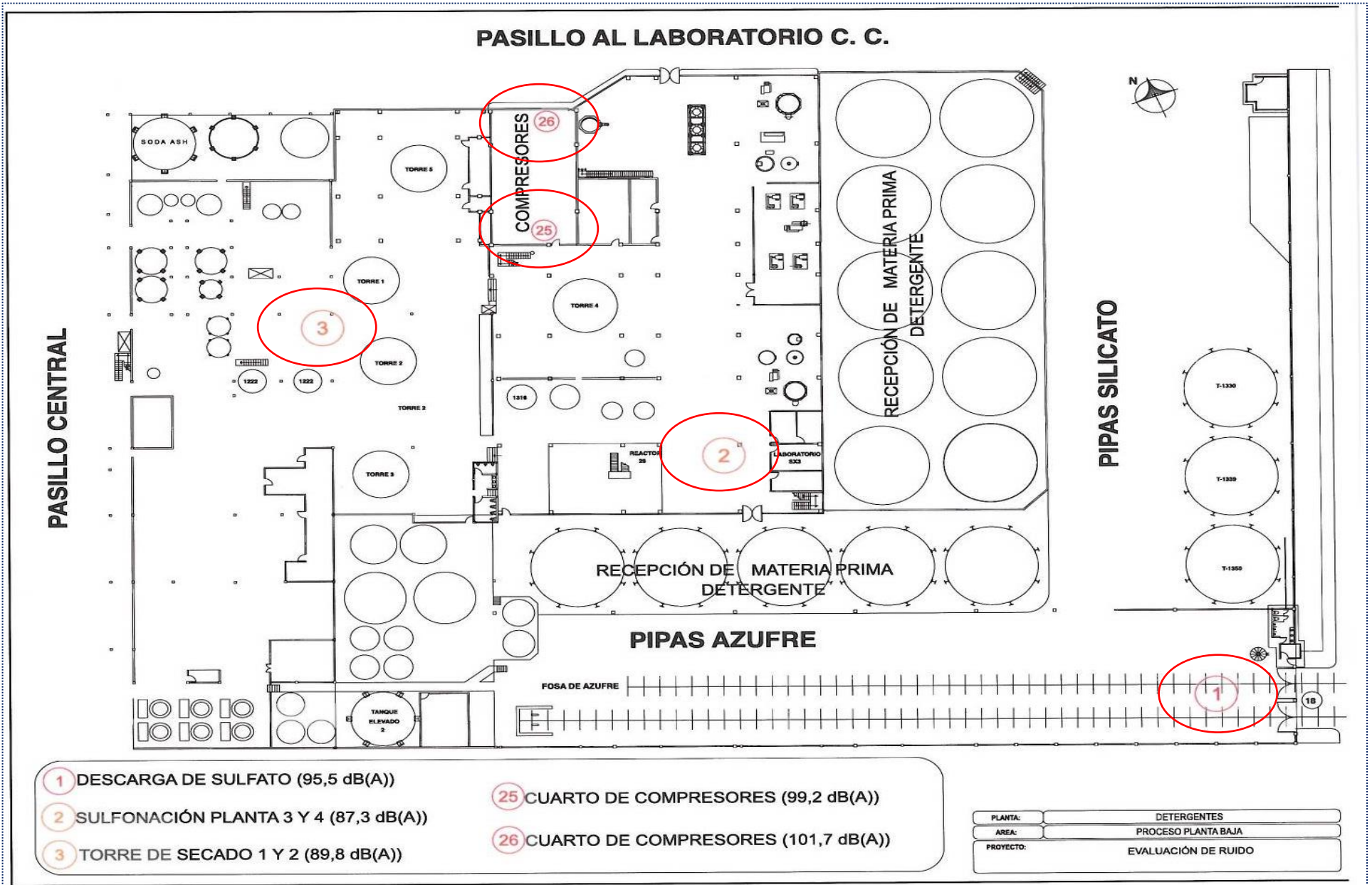
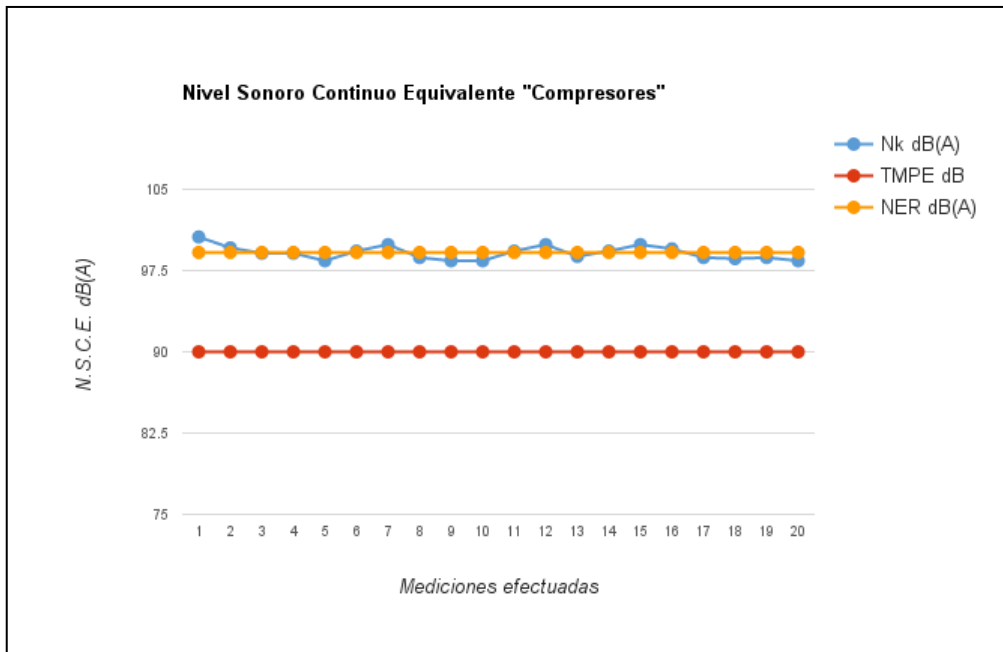


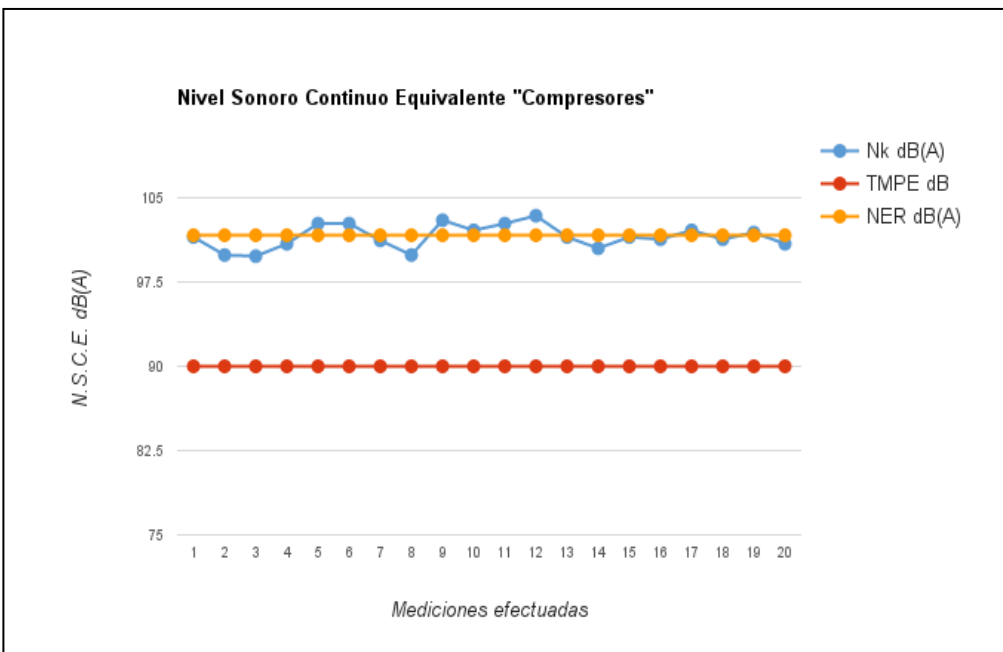
Figura 8. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 13.



En la Figura 8, se marcan las principales áreas del proceso de Detergente en Polvo con problemas de ruido, es decir, que rebasan los 90 dB(A) citados en la NOM-011-STPS-2001, las siguientes figuras contenidas en el APÉNDICE A.2.2, marcadas como *Figura A.2.25* y *Figura A.2.26*, en donde a partir de estos se determina los resultados contenidos en la Tabla 14, son los puntos con mayor problema de ruido, el área o cuarto de compresores.

El NSCE es la energía sonora en un período de medición en el tiempo (t) de una jornada laboral de 8 horas, y se calcula con la Ecuación 14, por lo tanto, al calcular el NER que representa el nivel sonoro A, los valores obtenidos de la medición NSCE son iguales al NER por el tiempo que se tomaron las mediciones 8 horas citados en la NOM-011-STPS-2001, el TMPE se bosqueja como una serie de equivalencias con respecto al NER de dB(A), en donde, para una jornada laboral de 8 horas, corresponde al NER=90 dB(A).

Nk representan las mediciones efectuadas o la cantidad de veces que se tomó la muestra de ruido captada y procesada en el sonómetro, para el ruido estable se obtienen fluctuaciones en un intervalo de ± 5 dB(A), durante el período de observación como se muestra en las figuras; se hizo la determinación que el ruido es estable, ya que se encuentra dentro del rango o intervalo para caer dentro de la categoría, después de aplicar la Ecuación 14, que es la suma de las mediciones efectuadas.



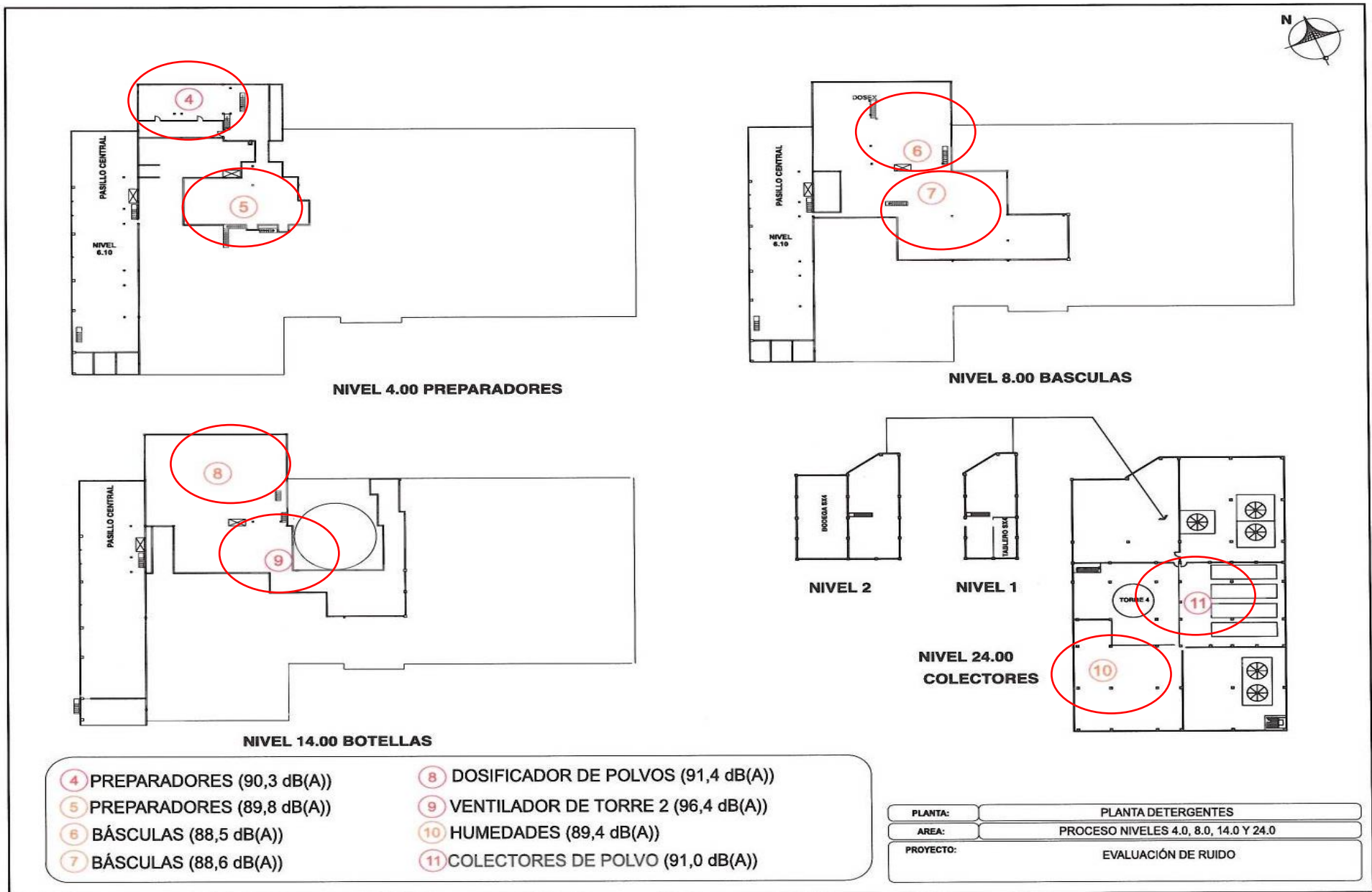
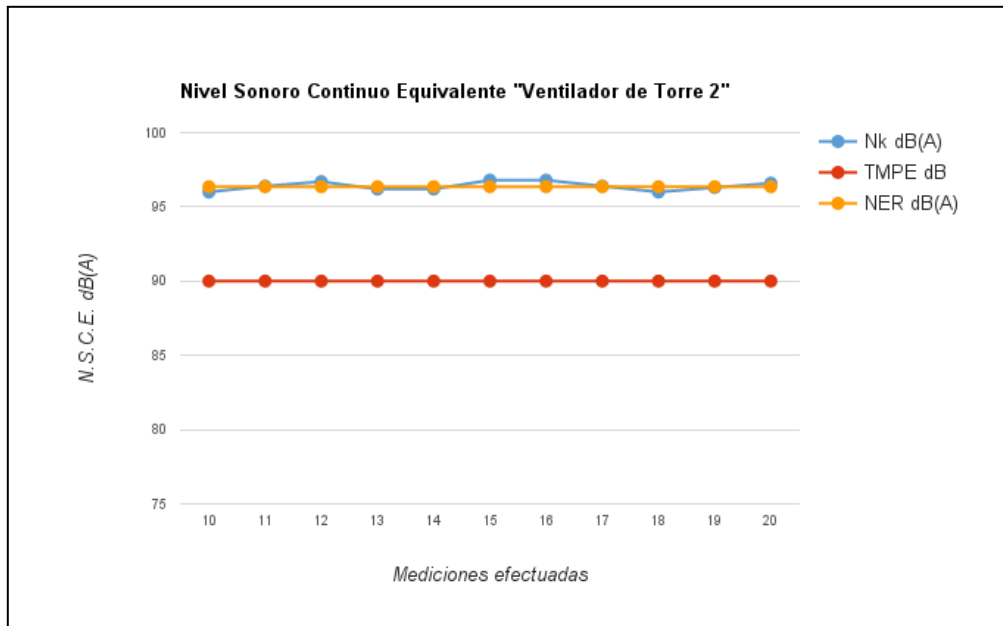
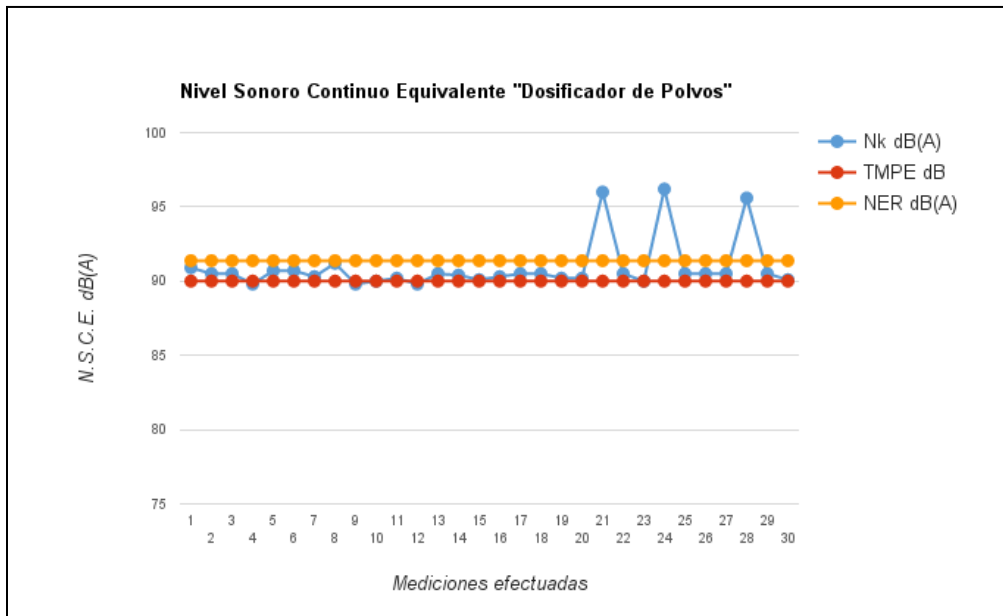


Figura 9. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14.



En la Figura 9, se marcan las principales áreas del proceso de Detergente en Polvo con problemas de ruido, es decir, que rebasan los 90 dB(A) citados en la NOM-011-STPS-2001, las siguientes figuras contenidas en el APÉNDICE A.2.2, marcadas como *Figura A.2.8* y *Figura A.2.9*, en donde a partir de estos se determina los resultados contenidos en la Tabla 14, son los puntos con mayor problema de ruido, el área o cuarto de compresores.

El NSCE es la energía sonora en un período de medición en el tiempo (t) de una jornada laboral de 8 horas, y se calcula con la Ecuación 14 y Ecuación 11 respectivamente, por lo tanto, al calcular el NER que representa el nivel sonoro A, los valores obtenidos de la medición NSCE son iguales al NER por el tiempo que se tomaron las mediciones 8 horas citados en la NOM-011-STPS-2001, el TMPE se bosqueja como una serie de equivalencias con respecto al NER de dB(A), en donde, para una jornada laboral de 8 horas, corresponde al NER=90 dB(A).

Nk representan las mediciones efectuadas o la cantidad de veces que se tomó la muestra de ruido captada y procesada en el sonómetro, para el ruido estable se obtienen fluctuaciones en un intervalo de ± 5 dB(A), representado en la *Figura A.2.9*, para ruido inestable se obtiene fluctuaciones mayores a 5 dB(A), representados en la *Figura A.2.8*; durante el período de observación como se muestra en las figuras; se hizo la determinación que el ruido es estable e inestable respectivamente, ya que se encuentra dentro del rango o intervalo para caer dentro de la categoría, después de aplicar la Ecuación 14 y Ecuación 11 respectivamente, que es la suma de las mediciones efectuadas.

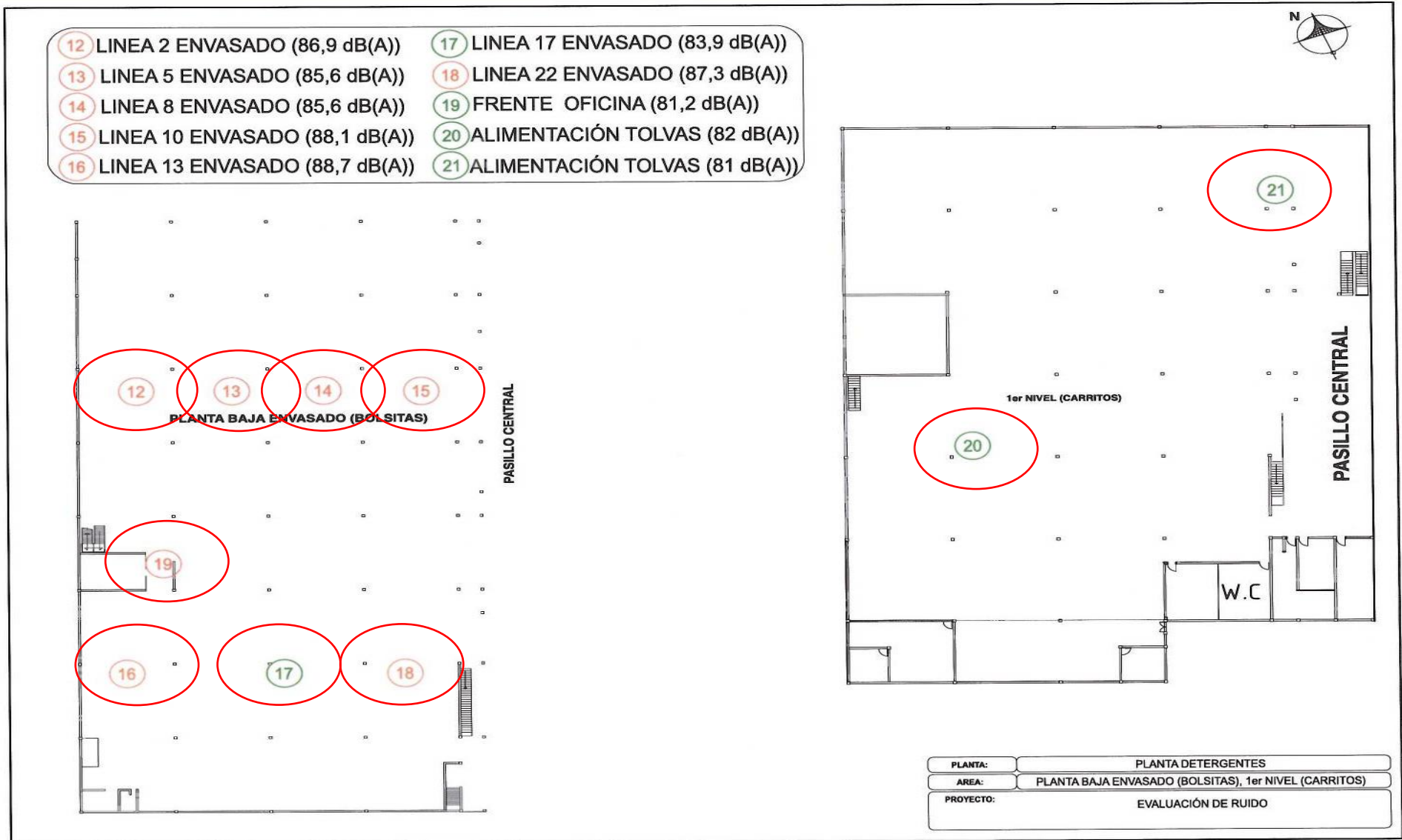
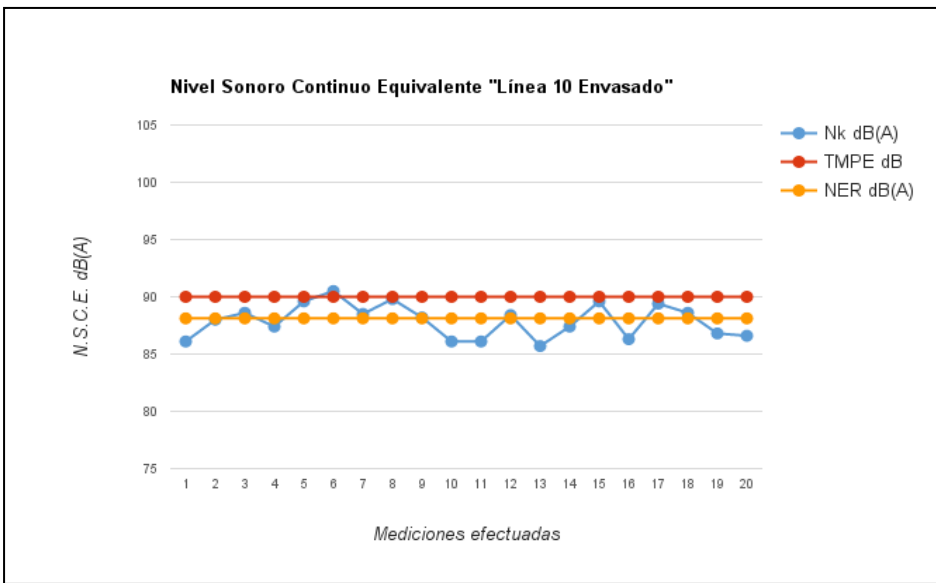
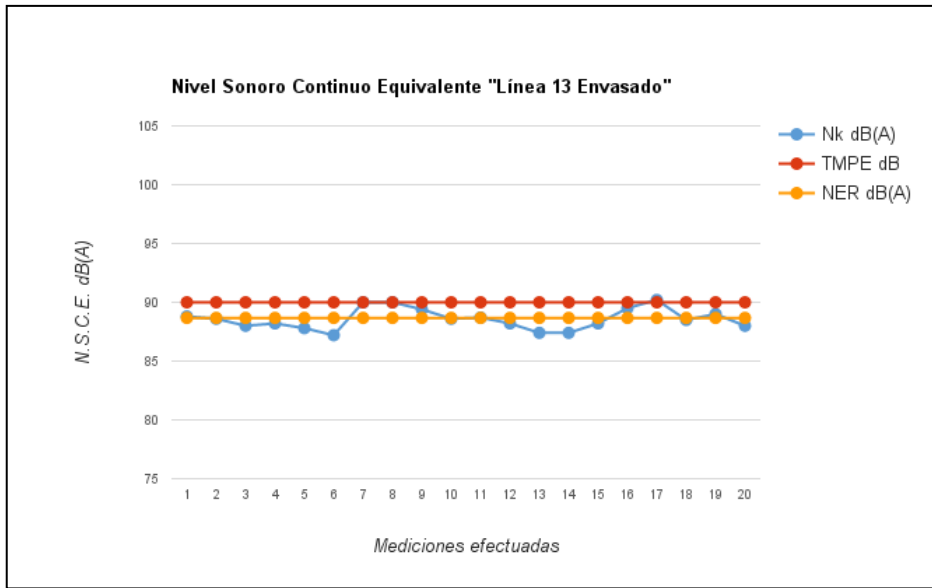


Figura 10. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14.



En la Figura 10, se marcan las principales áreas del proceso de Detergente en Polvo con problemas de ruido, es decir, que rebasan los 90 dB(A) citados en la NOM-011-STPS-2001, las siguientes figuras contenidas en el APÉNDICE A.2.2, marcadas como *Figura A.2.16* y *Figura A.2.15*, en donde a partir de estos se determina los resultados contenidos en la Tabla 14, son los puntos con mayor problema de ruido, el área o cuarto de compresores.

El NSCE es la energía sonora en un período de medición en el tiempo (t) de una jornada laboral de 8 horas, y se calcula con la Ecuación 14, por lo tanto, al calcular el NER que representa el nivel sonoro A, los valores obtenidos de la medición NSCE son iguales al NER por el tiempo que se tomaron las mediciones 8 horas citados en la NOM-011-STPS-2001, el TMPE se bosqueja como una serie de equivalencias con respecto al NER de dB(A), en donde, para una jornada laboral de 8 horas, corresponde al NER=90 dB(A).

Nk representan las mediciones efectuadas o la cantidad de veces que se tomó la muestra de ruido captada y procesada en el sonómetro, para el ruido estable se obtienen fluctuaciones en un intervalo de ± 5 dB(A), durante el período de observación como se muestra en las figuras; se hizo la determinación que el ruido es estable, ya que se encuentra dentro del rango o intervalo para caer dentro de la categoría, después de aplicar la Ecuación 14, que es la suma de las mediciones efectuadas.

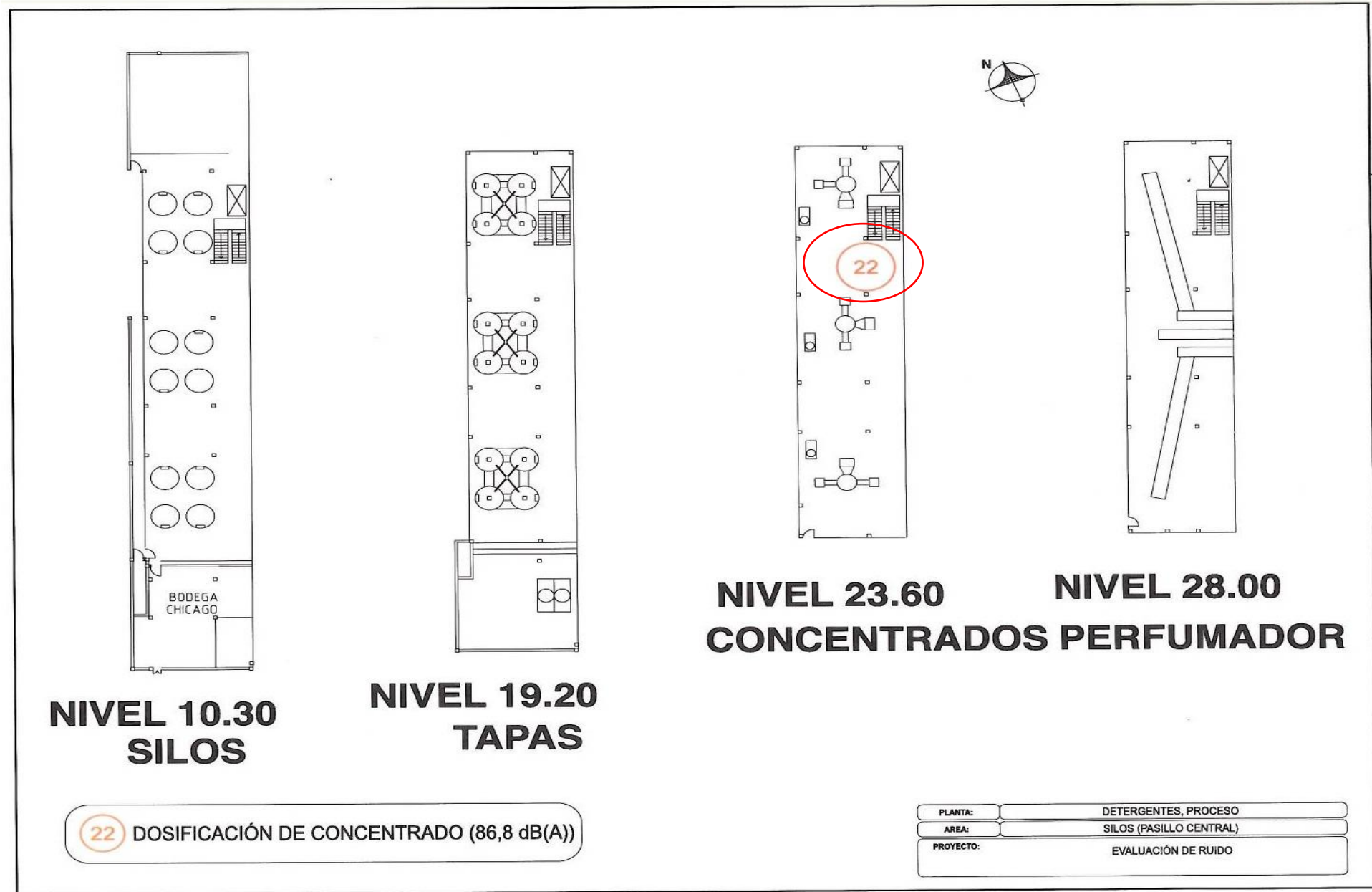
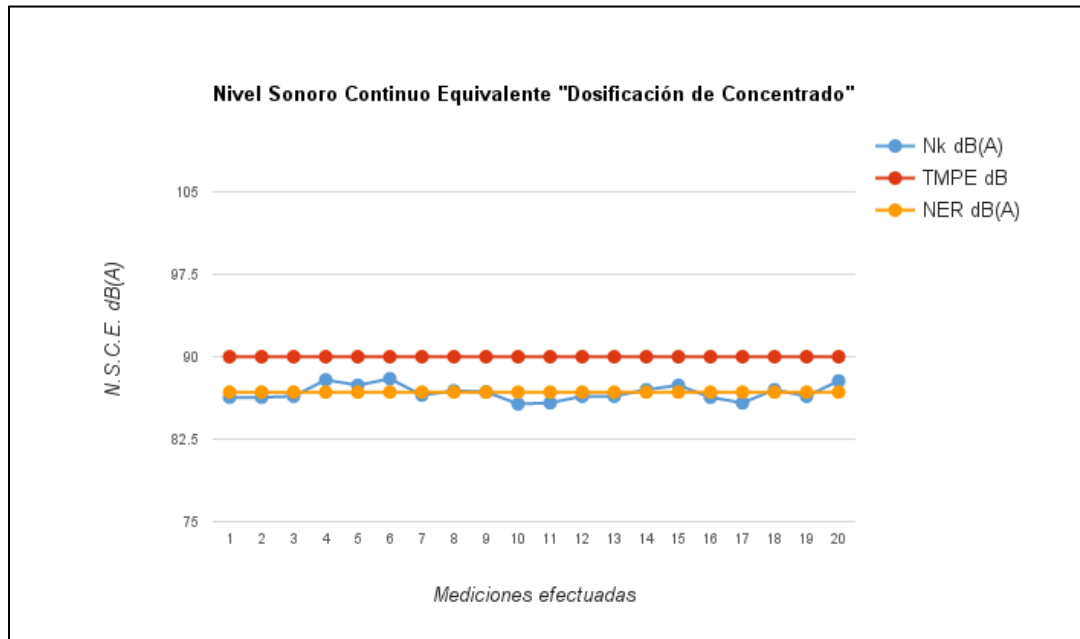


Figura 11. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14.



En la Figura 11, se marcan las principales áreas del proceso de Detergente en Polvo con problemas de ruido, es decir, que rebasan los 90 dB(A) citados en la NOM-011-STPS-2001, las siguientes figuras contenidas en el APÉNDICE A.2.2, marcadas como *Figura A.2.22*, en donde a partir de estos se determina los resultados contenidos en la Tabla 14, son los puntos con mayor problema de ruido, el área o cuarto de compresores.

El NSCE es la energía sonora en un período de medición en el tiempo (t) de una jornada laboral de 8 horas, y se calcula con la Ecuación 14, por lo tanto, al calcular el NER que representa el nivel sonoro A, los valores obtenidos de la medición NSCE son iguales al NER por el tiempo que se tomaron las mediciones 8 horas citados en la NOM-011-STPS-2001, el TMPE se bosqueja como una serie de equivalencias con respecto al NER de dB(A), en donde, para una jornada laboral de 8 horas, corresponde al NER=90 dB(A).

Nk representan las mediciones efectuadas o la cantidad de veces que se tomó la muestra de ruido captada y procesada en el sonómetro, para el ruido estable se obtienen fluctuaciones en un intervalo de ± 5 dB(A), durante el período de observación como se muestra en la *Figura A.2.22*; se hizo la determinación que el ruido es estable, ya que se encuentra dentro del rango o intervalo para caer dentro de la categoría, después de aplicar la Ecuación 14, que es la suma de las mediciones efectuadas.

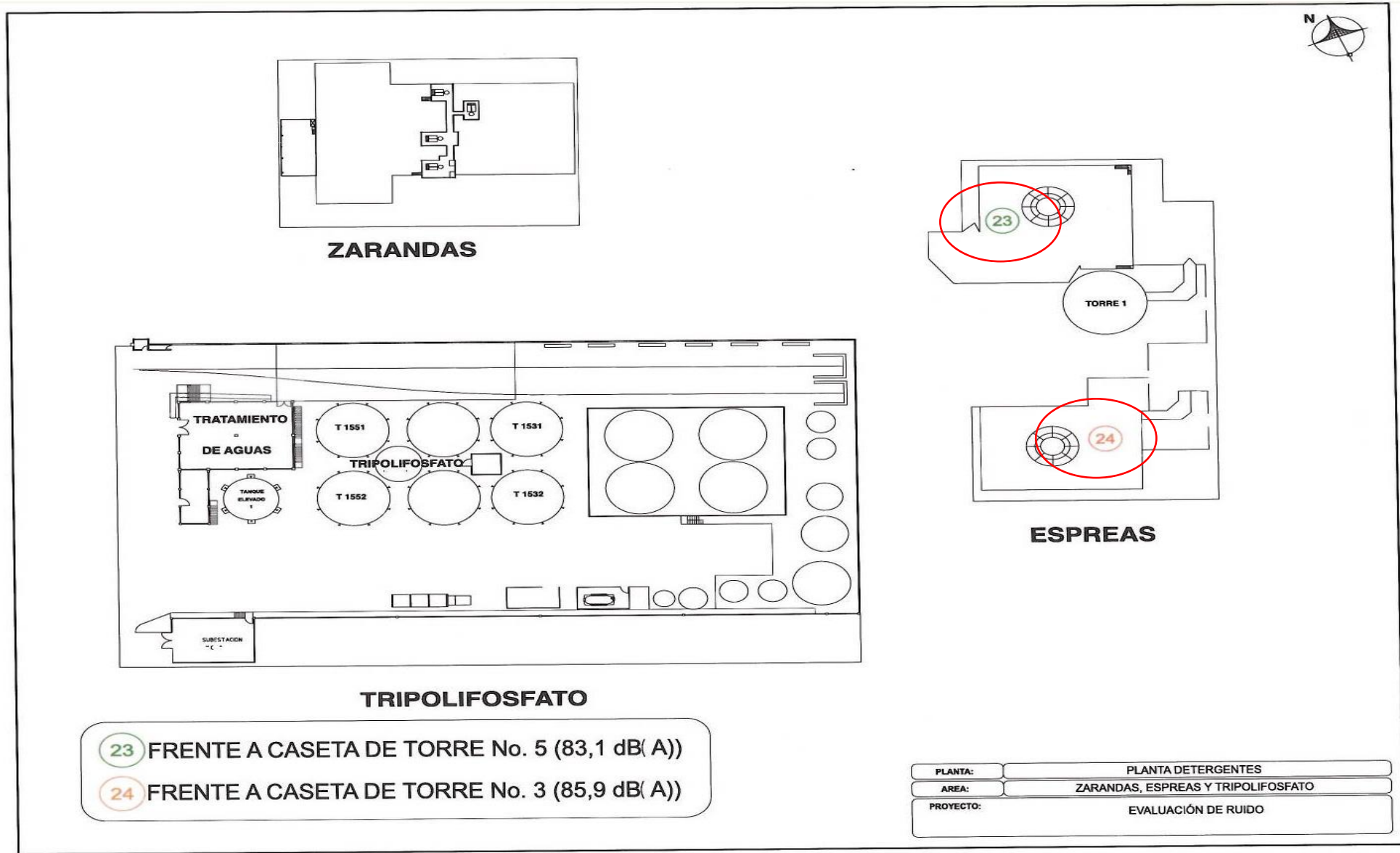
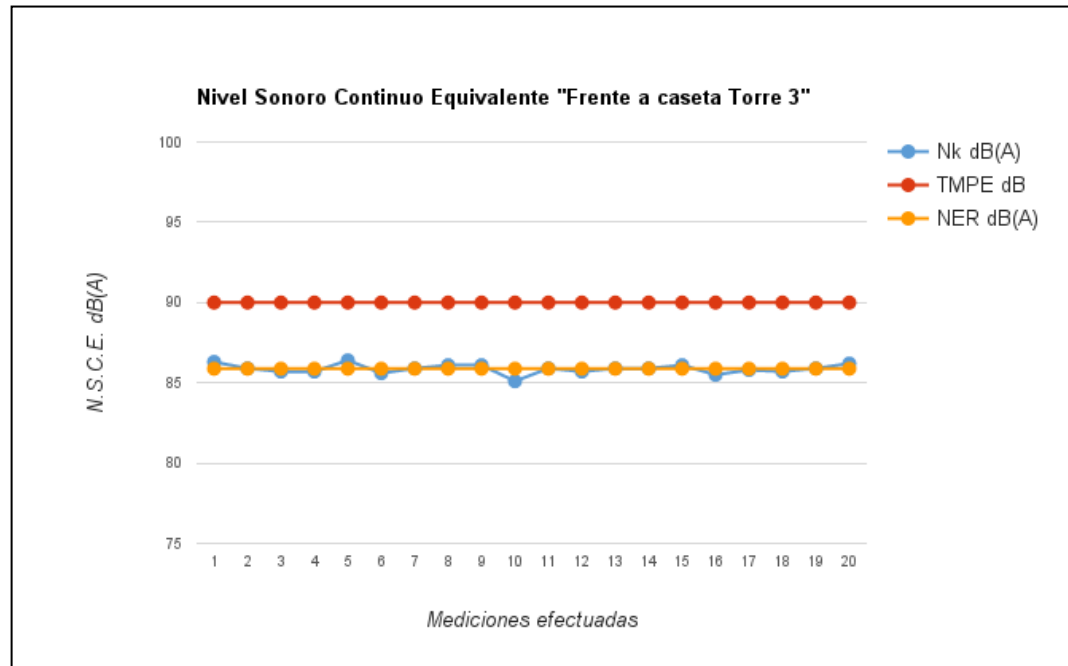


Figura 12. Identificación de áreas para la evaluación de ruido en el área de proceso, de acuerdo a la Tabla 14.



En la Figura 12, se marcan las principales áreas del proceso de Detergente en Polvo con problemas de ruido, es decir, que rebasan los 90 dB(A) citados en la NOM-011-STPS-2001, las siguientes figuras contenidas en el APÉNDICE A.2.2, marcadas como *Figura A.2.24*, en donde a partir de estos se determina los resultados contenidos en la Tabla 14, son los puntos con mayor problema de ruido, el área o cuarto de compresores.

El NSCE es la energía sonora en un período de medición en el tiempo (t) de una jornada laboral de 8 horas, y se calcula con la Ecuación 14, por lo tanto, al calcular el NER que representa el nivel sonoro A, los valores obtenidos de la medición NSCE son iguales al NER por el tiempo que se tomaron las mediciones 8 horas citados en la NOM-011-STPS-2001, el TMPE se bosqueja como una serie de equivalencias con respecto al NER de dB(A), en donde, para una jornada laboral de 8 horas, corresponde al NER=90 dB(A).

Nk representan las mediciones efectuadas o la cantidad de veces que se tomó la muestra de ruido captada y procesada en el sonómetro, para el ruido estable se obtienen fluctuaciones en un intervalo de ± 5 dB(A), durante el período de observación como se muestra en la *Figura A.2.24*; se hizo la determinación que el ruido es estable, ya que se encuentra dentro del rango o intervalo para caer dentro de la categoría, después de aplicar la Ecuación 14, que es la suma de las mediciones efectuadas.

Etapa 3. Evaluación de la efectividad del Equipo De Protección Personal Auditiva

El sonómetro HD600- EXTECH, no cuenta con filtros para medir bandas de octava y en el proceso de Detergente en se ha hecho ya una elección de Equipo de Protección Personal Auditivo mediante estudios anteriores solicitados por dicha área, debido a la presencia de zonas consideradas como focos rojos donde el ruido excede los 90 dB(A) permitidos y citados en la NOM-011-STPS-2001, así como la presencia continua de trabajadores en dichas zonas, es de principal urgencia la solución de dicha problemática, aunque se cumplen los protocolos marcados, es decir, existen turnos para el personal, así estos no exceden las 8 horas de exposición, se les proporciona el equipo de protección personal y atención médica periódica.

E.3.1. Modelo con mediciones de ruido en dB(A)

Este modelo es utilizado cuando ya se hace uso de un equipo de protección personal, el factor de reducción se calcula mediante la ecuación 14:

$$R = \frac{(NRR-7)}{2} \quad \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

NRR: Factor de nivel de reducción a ruido establecido por el fabricante

Cuando es conocido el nivel de exposición a ruido en dB (A), el nivel efectivo en ponderación A (NRE), se calcula utilizando la ecuación 15:

$$NRE = dB (A) - R \quad \text{Ecuación 18}$$

En el proceso de Detergente en Polvo como medida de protección, se utilizan tapones reutilizables auditivos (Ultrafit 3M-Serie 4014), con un factor de nivel de reducción a ruido establecido por el fabricante (NRR) de 24 dB; con esta información es posible determinar el factor de reducción (R) utilizando la ecuación 14 y se obtuvo un resultado de R=8.5 dB; una vez calculado el factor de reducción se procede a determinar el Nivel Efectivo en Ponderación A (NRE), mediante la ecuación 15, de acuerdo a la identificación de áreas

con niveles mayores a 90 dB(A), especificadas en la tabla 14; a continuación se presentan los resultados de determinar el nivel de ruido efectivo en la tabla 15.

Tabla 15. Determinación de nivel de ruido efectivo.

NO.	IDENTIFICACIÓN	NER dB(A)	REBASA NMP	NRE (NIVEL DEL RUIDO EFECTIVO) dB(A)
1	Descarga de Sulfato	95,5	SI	87
2	Sulfonación Planta 3 y 4	87,3	NO	78,8
3	Torres de Secado 1 y 2	89,8	NO	81,3
4	Preparadores	90,3	SI	81,8
5	Preparadores	89,8	NO	81,3
6	Básculas	88,5	NO	80
7	Básculas	88,6	NO	80,1
8	Dosificador de Polvos	91,4	SI	82,9
9	Ventilador de Torre 2	96,4	SI	87,9
10	Humedades	89,4	NO	80,9
11	Colectores de Polvo	91	SI	82,5
12	Línea 2 Envasado	86,9	NO	78,4
13	Línea 5 Envasado	85,6	NO	77,1
14	Línea 8 Envasado	85,6	NO	77,1
15	Línea 10 Envasado	88,1	NO	79,6
16	Línea 13 Envasado	88,7	NO	80,2
17	Línea 17 Envasado	83,9	NO	75,4
18	Línea 22 Envasado	87,3	NO	78,8
19	Frente Oficina Envasado	81,2	NO	72,7
20	Alimentación de Tolvas	82	NO	73,5
21	Alimentación de Tolvas	81	NO	72,5
22	Dosificación de Concentrados	86,8	NO	78,3
23	Frente a Caseta de Torre No. 5	83,1	NO	74,6
24	Frente a Caseta de Torre No. 3	85,9	NO	77,4
25	Cuarto de Compresores	99,2	SI	90,7
26	Cuarto de Compresores	101,7	SI	93,2

Con el NRR de los tapones auditivos utilizados en el área de Detergente en Polvo, se reducen considerablemente los niveles de exposición a ruido a niveles aceptables en un intervalo de 81 a 92 dB(A), en el 2015 se realizaron audiometrías a una población ocupacionalmente expuesta en el área de Detergente en Polvo de aproximadamente 218 personas, la cual se considera como muestra representativa, es compuesta por: Jefes de Turno, Operadores en el proceso productivo de detergente en polvo, personal de limpieza, montacarguistas, operadores en el área de máquinas envasadoras, obteniendo una pérdida auditiva general, variando desde el 1 hasta el 34% de Hipoacusia Bilateral

Combinada, mostrados en la tabla 16; el daño que tiene esta población hasta el momento no muestra un daño grave a su salud, lo grave es que las personas no tienen la cultura del uso de equipo de protección personal si bien es la salida más fácil a la solución de los problemas de seguridad en las industrias, ciertamente es más caro debido al consumo de tapones auditivos necesarios y que no están remediando como tal el problema que se tiene en área.

Tabla 16. Evaluación Audiométrica 2015, % de Hipoacusia Bilateral Combinada (%HBC),

%HBC	1 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	
Personas con lesión	108	66	31	9	3	1	218
%IPP	0	10	14	17	20	25	

Considerando que las personas hayan adquirido un % de Incapacidad Parcial Permanente (%IPP) en el centro de trabajo tendrán derecho a cierta indemnización por parte del patrón según el Artículo 514 de la Ley federal del Trabajo en la fracción 351, siendo de esta manera más viable optar por controles de ingeniería para tanto evitar las multas por el Seguro Social como el daño irreparable al trabajador.

3.3 Análisis de viabilidad económica

Se consultó con el Servicio Médico de la Fábrica el resultado de la audiometría practicada al personal que labora en el Proceso de Detergente en Polvo, obteniéndose una muestra representativa de 218 exámenes aplicados de aproximadamente 700 personas expuestas en el área de Proceso, los resultados del estudio contenían el % de Hipoacusia Bilateral Combinada acompañado del respectivo % de Incapacidad Parcial Permanente (según lo marca el artículo 514 de la Ley Federal del Trabajo en el numeral 351 relativo a Sorderas e Hipoacusias Bilaterales) y el número de personas con cierto daño adquirido, mostrados en la Tabla 16.

Se realizó el cálculo de la pensión que se deberá pagar al trabajador en caso de ser valorado por el IMSS con los datos obtenidos de la audiometría realizada en 2015 y tomando en cuenta un Salario Base de Cotización ante el IMSS de \$1252.26, este valor es representativo del personal ocupacionalmente expuesto, se toman meses de 30 días y la pensión a pagar por 5 años los resultados se muestran en la Tabla 17.

Si el % de Incapacidad Parcial Permanente es menor al 28% el IMSS debe pagar en una sola exhibición la pensión al trabajador, si este es mayor al 28% el trabajador dañado tiene la opción de obtener de por vida la pensión o que se le pague en una sola exhibición lo equivalente a 5 años, finalmente como se ve reflejado en los gastos de la Fábrica será en lo que debe de pagar por Prima de Riesgo, presentado en el algoritmo de cálculo.

Algoritmo de cálculo:

1. Se calcula el salario base según el Artículo 58 de la Ley del Seguro Social, mediante la ecuación 19.

$$SD = SBC * 70\% \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

SD: Salario Diario.

SBC: Salario Base de Cotización.

2. La Pensión Diaria se calcula multiplicando el Salario Diario por el % de Incapacidad Parcial Permanente, mediante la ecuación 20.

$$PD = SD * \%IPP \quad \text{Ecuación 20}$$

Dónde:

PD: Pensión Diaria.

SD: Salario Diario.

%IPP: %Incapacidad Parcial Permanente.

3. La Pensión Mensual se calcula multiplicando la pensión diaria por 30 días, mediante la ecuación 21.

$$PM = PD * 30 \quad \text{Ecuación 21}$$

Dónde:

PM: Pensión Mensual.

PD: Pensión Diaria.

4. La Pensión Anual es igual a la Pensión Mensual por 12 meses, esta se calcula utilizando la ecuación 22.

$$PA = PM * 12 \quad \text{Ecuación 22}$$

Dónde:

PA: Pensión Anual.

PM: Pensión Mensual.

5. Finalmente se calcula la Pensión Anual por el Número de Personas que presentan un %HBC, mediante la ecuación 23.

$$PAPL = PA * NPD \quad \text{Ecuación 23}$$

Dónde:

PAPL: Pensión Anual Personas Lesionadas.

PA: Pensión Anual.

NPD: Número de Personas Dañadas.

Los datos obtenidos de acuerdo al algoritmo de cálculo se encuentran presentados en la tabla 17.

Tabla 17. Evaluación económica

	Salario Base de Cotización (SBC \$)	1,252.26							Total
	Salario diario (SD \$)	876.58							
	% Hipoacusia Bilateral Combinada (%HBC)	1 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34		
	Número de personas dañadas (NPD)	108	66	31	9	3	1	218	
	% Incapacidad Parcial Permanente (%IPP)	0	10	14	17	20	25		
Pensión (\$)	Diaria (PD \$)	0	87.70	122.70	149.00	175.30	219.10		
	Mensual (PM \$)	0	2,629.70	3,681.60	4,470.60	5,259.50	6,574.40		
	Anual (PA \$)	0	31,557.00	44,179.70	53,646.80	63,113.90	78,892.40		
	Anual * Personas Lesionadas (PAPL \$)	0	2,082,758.80	1,369,571.70	482,821.40	189,341.70	78,892.40	4,203,386.00	
								Pensión población total	13,497,111.00
								Pensión por 5 años	67,485,555.10

Calculando lo que se gasta por proveer de tapones auditivos al personal que labora en el proceso los cuales son mostrados en la Tabla 18, se estima que se entregan 30 piezas por persona al año, considerando el precio unitario actual (\$13.56) de los tapones auditivos y aproximadamente 700 personas expuestas, la inversión anual en protección auditiva es de **\$284, 848.20** Sumando el costo de pago por pensión y gasto de equipo de protección auditiva anual finalmente es de **\$67,770,403.00** que si bien se invierte al menos una décima parte de la suma antes mencionada, seguro se puede disminuir en gran medida los niveles sonoros en el proceso con el fin de parar el daño al sistema auditivo del trabajador expuesto.

Tabla 18. Inversión anual en trabajadores del área de Detergente en Polvo.

No. de trabajadores	700
Tapón protector auditivo ultrafit código 340-4014 Mod. E.A.R. 3 M (\$)	13.56
Frecuencia de entrega año por persona	30
Total (\$)	284, 848.20
Costo en el IMSS (\$)	67,485,555.10
Inversión anual en trabajadores del área de detergente en polvo (\$)	67,770,403.00

Analizando las soluciones viables de acuerdo con la Tabla 8. Identificación de áreas, se encontraron las principales fuentes emisoras, resumiéndose en: Compresores, motores eléctricos y válvulas neumáticas, las cuales se describen con mayor detalle en el tema de control de ruido, se eligieron dos posibles soluciones la utilización de filtros o silenciadores y cajas de aislamiento acústico, por lo cual, se hizo una estimación monetaria de la inversión necesaria para acondicionar el área de Detergente en Polvo, mostrados en la Tabla 19 y Tabla 20.

Tabla 19. Costo unitario-Silenciadores.

SILENCIADOR (IN)	COSTO UNITARIO (\$)
(1/8)	114.59
(1/4)	144.14
(3/8)	285.43
(1/2)	405.20

Tabla 20. Inversión total anual en adecuación del área de Detergente en Polvo.

No. de silenciadores	1000
Inversión anual en silenciadores (\$)	405,200.00
Inversión anual en cajas aislantes acústicas (\$)	1,000,000.00
Inversión total anual en adecuación del área de Detergente en Polvo (\$)	1,405,200.00

Se encontró la viabilidad del proyecto de acuerdo a la estimación monetaria hecha, la inversión anual en trabajadores es de \$67,770,403.00 (Tabla 18) vs. Inversión total anual en adecuación del área de Detergente en Polvo \$1,405,200.00 (Tabla 20), además de estas razones es importante recordar, el ser humano es único e irremplazable, por ello se deben brindar las condiciones adecuadas para el desempeño diario de sus actividades, se puede atenuar el ruido, pero la meta es la eliminación del ruido máxima, lo pedido por la Normatividad Mexicana, son los requisitos mínimos a cumplir en este rubro.

De acuerdo al análisis económico la inversión anual en los trabajadores es 48.23 veces mayor que si se invirtiera en la adecuación del área y el mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipo.

Para el control del ruido es común la aplicación de materiales que dependiendo de su estructura física y química tendrán una funcionalidad específica, los controles administrativos: rotación de turnos, elaboración de planes de mantenimiento a maquinaria y equipo, procedimientos para realizar el trabajo seguro cuidando la salud de los trabajadores, planes de trabajo para la supervisión constante, así como el uso de EPP pudiendo reducir dB a un nivel más aceptable, en este apartado se mencionan características importantes para poder dar las recomendaciones técnicas más adecuadas para la elección de materiales acústicos absorbentes.

Para el ruido producido por los sistemas neumáticos existen filtros que evitan el aumento de los niveles sonoros en la descarga de aire al accionarse las válvulas, los cuales deben ser mantenidos en condiciones óptimas para un buen funcionamiento.

Debido a que el ruido generado por los motores básicamente es generado por la vibración de estos, existen materiales que pueden absorber tal vibración, eliminando así gradualmente los niveles sonoros provocados por esta acción.

Es común utilizar materiales fibrosos como absorbentes acústicos, el proceso de absorción del sonido es un proceso de disipación, en el cual, los movimientos vibratorios son amortiguados por las fuerzas de fricción, a través de la elasticidad del material o viscosidad del aire, debido a la forma compleja de los materiales característico de cada uno de ellos tendrán propiedades absorbentes microscópicas y macroscópicas.

Propiedades microscópicas

Resistividad al flujo. Es una medida de la facilidad con la cual el aire puede ingresar en un material poroso y la resistencia misma.

Porosidad. Es una relación entre el volumen total de poros y el volumen total del material absorbedor.

Propiedades macroscópicas

Factor de forma y dimensiones. La forma de los poros influye en la propagación del sonido y es esta la principal causa de que los poros varíen, presentando diferentes áreas de superficie, produciendo diferentes efectos térmicos y viscosos, los poros son altamente complejos normalmente no se ajustan a figuras geométricas simples, de ello dependerán el modelo a utilizar para predecir la propagación dentro del material absorbente.

Tortuosidad. Este parámetro depende de la orientación de los poros en relación con el campo de sonido incidente, teniendo un efecto importante sobre la propagación del sonido

Los materiales utilizados en el control del ruido se clasifican en:

- a) Materiales absorbentes. Absorben la energía acústica de las ondas que inciden en la superficie, transformándola en calor y reduciendo la energía acumulada en el recinto, poseen un coeficiente de absorción sonora.
 - a.1) Coeficiente de absorción acústica (α). Mide la absorción de un material utilizado en un recinto reverberante.
 - a.2.) NRC (Coeficiente de reducción de ruido). Para hacer uso de los valores de coeficientes de absorción para cada banda de octavas, el cual es la media aritmética de los coeficientes de absorción de frecuencias centrales.
- b) Materiales aislantes: Impiden la propagación del sonido de un recinto a otro.
- c) Materiales difusores: Contribuyen a lograr un campo sonoro difuso en un recinto, por consiguiente permiten el control de resonancias y otros defectos acústicos.
- d) Membrana resonante: Consiste en una lámina o placa delgada de metal ubicada sobre un marco o bastidor, atrapado en cierta cantidad de aire, si es agregado un material absorbente, su capacidad de absorción se reduce.
- e) Resonador de Helmholtz. Consiste en un volumen semi-cerrado, el cual se comunica con el ambiente acústico por medio de un conducto pequeño.

La absorción de la energía acústica, la cual idealmente conserva la energía radiada, uno de los parámetros importantes es la distancia en donde se encuentra la fuente emisora y el tipo de onda generada por los equipos, si la onda es plana, la energía es constante con la distancia a la fuente, si es esférica, la energía disminuye con el cuadrado de la distancia, distribuyéndose sobre una superficie.

Absorción acústica sonora en el aire

Atenuación clásica: Por rozamiento viscoso y conducción de calor al aire.

Atenuación molecular: Involucra el intercambio de energía vibracional, rotacional y traslacional de las moléculas, depende de la frecuencia principalmente, así como, temperatura, humedad relativa ambiental, dichos parámetros causan una reducción de la densidad de energía sonora.

Absorción Superficial

La incidencia de una onda sonora en un material rígido, refleja dicha onda y no existe alguna pérdida energética importante, si por el contrario incide en un material elástico parte de la energía es utilizada para desplazar la superficie y se transfiere la energía cinética, generándose una onda reflejada con menor energía, la otra parte se queda en el interior de la superficie (Onda refractada o transmitida).

La aplicación de controles ingenieriles, administrativos y de EPP, son un conjunto de acciones, las cuales deben interaccionar para hacer funcionar el proceso de seguridad integral y proteger al factor más importante, el humano.

La eliminación de la fuente generadora de ruido es la forma más eficaz de prevenir riesgos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores, cortar de raíz el problema es el principal objetivo, están dispuestos a invertir para que sus trabajadores no sólo tengan los niveles aceptables de ruido, sino condiciones que rebasan dichos requerimientos.

4. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo el cual consistía en medir el ruido ambiental a través del reconocimiento de áreas con altos niveles sonoros e identificación de las principales áreas con problemas potenciales de ruido en el proceso productivo.

Se reafirmó la requisición de un programa de mantenimiento a maquinaria y equipo, identificando que los compresores presentan la mayor cantidad de vibración acústica traducida en ruido, los cuales afectan a las áreas aledañas del proceso productivo, que se traduce en afecciones al personal ocupacionalmente expuesto; por lo cual se requieren filtros para el control del ruido.

Se comprobó la viabilidad de utilizar materiales absorbentes acústicos porosos para contener el ruido, por lo que, la implementación de controles ingenieriles son la mejor opción, de acuerdo, de la evaluación presupuestal en donde se obtuvo que para una muestra representativa en el proceso de 700 trabajadores dotándolos 30 veces por año de tapones auditivos y el costo de servicios médicos, la inversión anual en trabajadores del área de detergente en polvo es mayor que la inversión por adecuación del área, determinando que se requiere un aproximado de 1000 filtros silenciadores y materiales absorbentes acústicos, por lo que el total anual está por debajo de la cifra obtenida por inversión anual total de trabajadores del área de detergente en polvo, concluyendo que es factible adecuar el área, porque aunque se dote de equipo de protección personal no hay una cultura de prevención a la salud e integridad de las personas, los trabajadores deberán gozar de un ambiente seguro y sano para desempeñar sus actividades cotidianas. Se cuenta con el compromiso del personal encargado del área en realizar pruebas con diversos materiales con el fin de eliminar el uso de protección auditiva al menos en algunas áreas del proceso.

APÉNDICE A.1

Del Apéndice C, citado en la NOM-011-STPS-2001 – Determinación del NER- Informe de evaluación del NER

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial		Final			
Observador (es)					11:00		17:10			
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Inestable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
1	Detergente en Polvo		Descarga de Sulfato		11:00		17:10			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	89.7	89.6	90.5	90.2	90.5	89.5	98.4	98.3	98.2	98.6
2	90	90	91.7	90	89.7	90.2	90.9	89.8	98.3	97.5
3	90	90.2	96.8	98	98.2	98.3	98.8	98.2	97.5	98
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
2	Detergente en Polvo		Sulfonación planta 3 y 4		11:07		15:20			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87.2	87.4	87.7	86.8	87.4	86.6	87	87.8	87.4	87.8
2	87.8	87.4	87.7	87.8	86.3	85.3	87.8	87.8	87	87.8
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
3	Detergente en Polvo		Torre de secado 1 y 2		11:15		15:33			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	88.2	89.6	90	90.1	89.8	89.9	90.2	90.2	89.8	90
2	89.4	90	90	89.8	89.7	89.9	89.8	90	90.1	90
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial			Final		
Observador (es)					11:23			15:55		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
4	Detergente en Polvo		Preparadores			11:23		15:41		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	90.2	90.5	90.9	90.4	90	90.2	90.2	90.3	90.9	89.8
2	90.2	90.5	90.2	90.3	90.2	90.2	89.4	89.8	90.4	90.4
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
5	Detergente en Polvo		Preparadores			11:29		15:47		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	89.2	89.4	89.6	89.6	89.4	89.2	89.4	93.5	89.2	89.7
2	88.8	89.4	89.4	90.9	89.4	89.5	89.4	89	89.4	89
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
6	Detergente en Polvo		Básculas			11:36		15:55		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87.4	88.4	87.8	88.4	88.8	88.2	88.8	88.6	88.2	88.2
2	88.5	89	89	88.6	88.2	88.4	89	88.4	88.4	88.4
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial		Final			
Observador (es)					11:42		17:30			
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Inestable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
7	Detergente en Polvo		Básculas		11:42		17:22			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87.1	87.4	93.9	87.4	87.4	87	87.2	87	87.4	86.9
2	86.8	87.2	87	87	86.8	86.9	87.2	87	86.8	87.3
3	87.8	86.8	86.8	86.9	93.3	91.5	87.4	86.8	87	93.7
					Tipo de Ruido		Inestable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
8	Detergente en Polvo		Dosificador de polvos		11:48		17:30			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	90.9	90.5	90.5	89.8	90.7	90.7	90.3	91.2	89.8	90
2	90.2	89.8	90.5	90.4	90.1	90.3	90.5	90.5	90.2	90.2
3	96	90.5	90	96.2	90.5	90.5	90.5	95.6	90.5	90.1
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
9	Detergente en Polvo		Ventilador de Torre 2		11:54		16:15			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	96	96.4	96.7	96.2	96.2	96.8	96.8	96.4	96	96.3
2	96.6	96	96	95.6	96.5	96.8	96.2	96.3	96.8	96.3
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial			Final		
Observador (es)					12:03			17:37		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
10	Detergente en Polvo		Humedades			12:03		16:23		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	90.2	89.8	89.4	88.9	89.2	89.4	89.8	89.7	89.2	89
2	89.6	89.3	89.8	89.5	89.8	89.4	89	89	89	89
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
11	Detergente en Polvo		Colectores de polvo			12:09		17:37		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	91.3	90.1	90.5	90.9	90	90.3	89.4	90.2	90.3	91.2
2	90.2	90.5	90	89.8	90.7	90.5	90.1	91.7	90.5	91.2
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido					
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
/	/		/			/		/		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					12/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial		Final			
Observador (es)					14:00		16:23			
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
12	Detergente en Polvo		Línea 2 Envasado		14:00		16:08			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	85.9	86.1	87.4	85.9	88.4	84.7	88	88.4	87.3	86.4
2	86.6	88.6	85.8	86.4	86.6	86.6	86.3	87.3	85.9	86.5
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
13	Detergente en Polvo		Línea 5 Envasado		14:08		16:16			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	83.1	86.4	86.2	85.6	84.7	85.3	85.9	84.1	84.5	86.3
2	83.3	87.8	84	87.8	85.8	85.1	85.8	85.6	84.7	86.6
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
14	Detergente en Polvo		Línea 8 Envasado		14:15		16:23			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	84.7	85.1	84.1	86.6	86.1	86.3	84.5	86.4	86.4	84.7
2	86.1	85.9	84.7	85	86.3	86.9	85.1	84.7	84.1	85.7
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					12/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial		Final			
Observador (es)					14:23		16:44			
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
15	Detergente en Polvo		Línea 10 Envasado		14:23		16:30			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	86.1	88	88.6	87.4	89.6	90.5	88.5	89.8	88.2	86.1
2	86.1	88.4	85.7	87.4	89.6	86.3	89.4	88.6	86.8	86.6
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
16	Detergente en Polvo		Línea 13 Envasado		14:30		16:37			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	88.8	88.6	88	88.2	87.8	87.2	90	90	89.4	88.6
2	88.7	88.2	87.4	87.4	88.2	89.5	90.2	88.5	89	88
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación		Hora inicial		Hora final			
17	Detergente en Polvo		Línea 17 Envasado		14:37		16:44			
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	84.7	85.9	84.7	82.3	83.1	83.4	83.4	83.1	84.7	82.9
2	84.1	83.9	82.7	83.7	82.7	83.8	84.6	82.9	83.5	85.1
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					12/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial			Final		
Observador (es)					14:45			17:08		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
18	Detergente en Polvo		Línea 22 Envasado			14:45		16:52		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87.4	87.3	87.2	87	87.3	88.7	87.4	87.4	86.2	86.8
2	86.5	87.4	88.2	88	88.2	86.4	87.4	88.2	85.9	86.3
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
19	Detergente en Polvo		Frente Oficina Envasado			14:53		17:00		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	81.2	83.3	81.9	81.8	80.8	81.2	81.6	81	81.2	80.6
2	80.6	82.3	81.2	80.6	80.9	81.2	80.6	80.2	81	80.4
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
20	Detergente en Polvo		Alimentación de Tolvas			15:00		17:08		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	80	80	82.7	82.3	81.6	82.3	82.4	82.2	82.3	83.1
2	80.2	82.3	82.1	82.1	81.2	82.2	82.1	82.3	82.2	83.5
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
 Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso						Fecha				
Detergente en Polvo						05/01/2016				
Lugar						Hora				
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.						Inicial		Final		
Observador (es)						15:08		17:13		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición						Calibración				
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
						Tipo de Ruido		Estable		
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
21	Detergente en Polvo		Alimentación de Tolvas			15:08		17:13		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	80.4	79.3	81.4	80.8	81	80.4	80.8	81.2	81.9	80.3
2	80.6	80.4	82.7	81.7	80.6	80.8	81.9	81.6	80.7	80.4
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
						Tipo de Ruido				
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
/	/		/			/		/		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
						Tipo de Ruido				
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
/	/		/			/		/		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial			Final		
Observador (es)					12:17			16:36		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
22	Detergente en Polvo		Dosificación de concentrado			12:17		16:25		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	86.3	86.3	86.4	87.9	87.4	88	86.5	86.9	86.8	85.7
2	85.8	86.4	86.4	87	87.4	86.3	85.8	87	86.4	87.8
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
23	Detergente en Polvo		Frente a Caseta Torre 5			12:25		16:31		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	82.5	83.3	83.1	83.3	83.1	82.9	82.7	83.5	82.4	85.6
2	82.5	83.1	82.6	83	82.7	83.1	83	82.5	82.7	82.7
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
24	Detergente en Polvo		Frente a Caseta Torre 3			12:31		16:36		
Periodos	Lecturas dB(A)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	86.3	85.9	85.7	85.7	86.4	85.6	85.9	86.1	86.1	85.1
2	85.9	85.7	85.9	85.9	86.1	85.5	85.8	85.7	85.9	86.2
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Registro de la Medición Ambiental
Figura B.1 NOM-011-STPS-2001

Proceso					Fecha					
Detergente en Polvo					05/01/2016					
Lugar					Hora					
Ecatepec de Morelos Edo. Mex.					Inicial			Final		
Observador (es)					12:45			16:50		
Daffne G. T. Martínez										
Datos de instrumentos utilizados para la medición					Calibración					
Especificaciones		Marca	Modelo	No de Serie		Inicial dB(A)		Final dB(A)		
Sonómetro integrador		EXTECH	HD600	NO.150411102		---		---		
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
25	Detergente en Polvo		Compresores			12:45		16:45		
	Lecturas dB(A)									
Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100.6	99.6	99.1	99.1	98.4	99.3	99.9	98.7	98.4	98.4
2	99.3	99.9	98.8	99.3	99.9	99.5	98.7	98.6	98.7	98.4
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					Tipo de Ruido		Estable			
No	Departamento		Identificación			Hora inicial		Hora final		
26	Detergente en Polvo		Compresores			12:51		16:50		
	Lecturas dB(A)									
Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	101.5	99.9	99.8	100.9	102.7	102.7	101.2	99.9	103	102.1
2	102.7	103.4	101.5	100.5	101.5	101.3	102.1	101.3	101.9	100.9
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

APÉNDICE A.2

Memoria de Cálculo - Método Matemático - NOM-011-STPS-2001

Tabla A.2.1. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Descarga de Sulfato

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Inestable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	89.7	0.5	0.008	9.33E+08	90	95.5
2	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	95.5
3	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	95.5
4	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	95.5
5	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	95.5
6	89.5	0.5	0.008	8.91E+08	90	95.5
7	98.4	0.5	0.008	6.92E+09	90	95.5
8	98.3	0.5	0.008	6.76E+09	90	95.5
9	98.2	0.5	0.008	6.61E+09	90	95.5
10	98.6	0.5	0.008	7.24E+09	90	95.5
11	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	95.5
12	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	95.5
13	91.7	0.5	0.008	1.48E+09	90	95.5
14	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	95.5
15	89.7	0.5	0.008	9.33E+08	90	95.5
16	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	95.5
17	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	95.5
18	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	95.5
19	98.3	0.5	0.008	6.76E+09	90	95.5
20	97.5	0.5	0.008	5.62E+09	90	95.5
21	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	95.5
22	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	95.5
23	96.8	0.5	0.008	4.79E+09	90	95.5
24	98	0.5	0.008	6.31E+09	90	95.5
25	98.2	0.5	0.008	6.61E+09	90	95.5
26	98.3	0.5	0.008	6.76E+09	90	95.5
27	98.8	0.5	0.008	7.59E+09	90	95.5
28	98.2	0.5	0.008	6.61E+09	90	95.5
29	97.5	0.5	0.008	5.62E+09	90	95.5
30	98	0.5	0.008	6.31E+09	90	95.5
		SUMA		1.07E+11		
			NSCE	95.5		

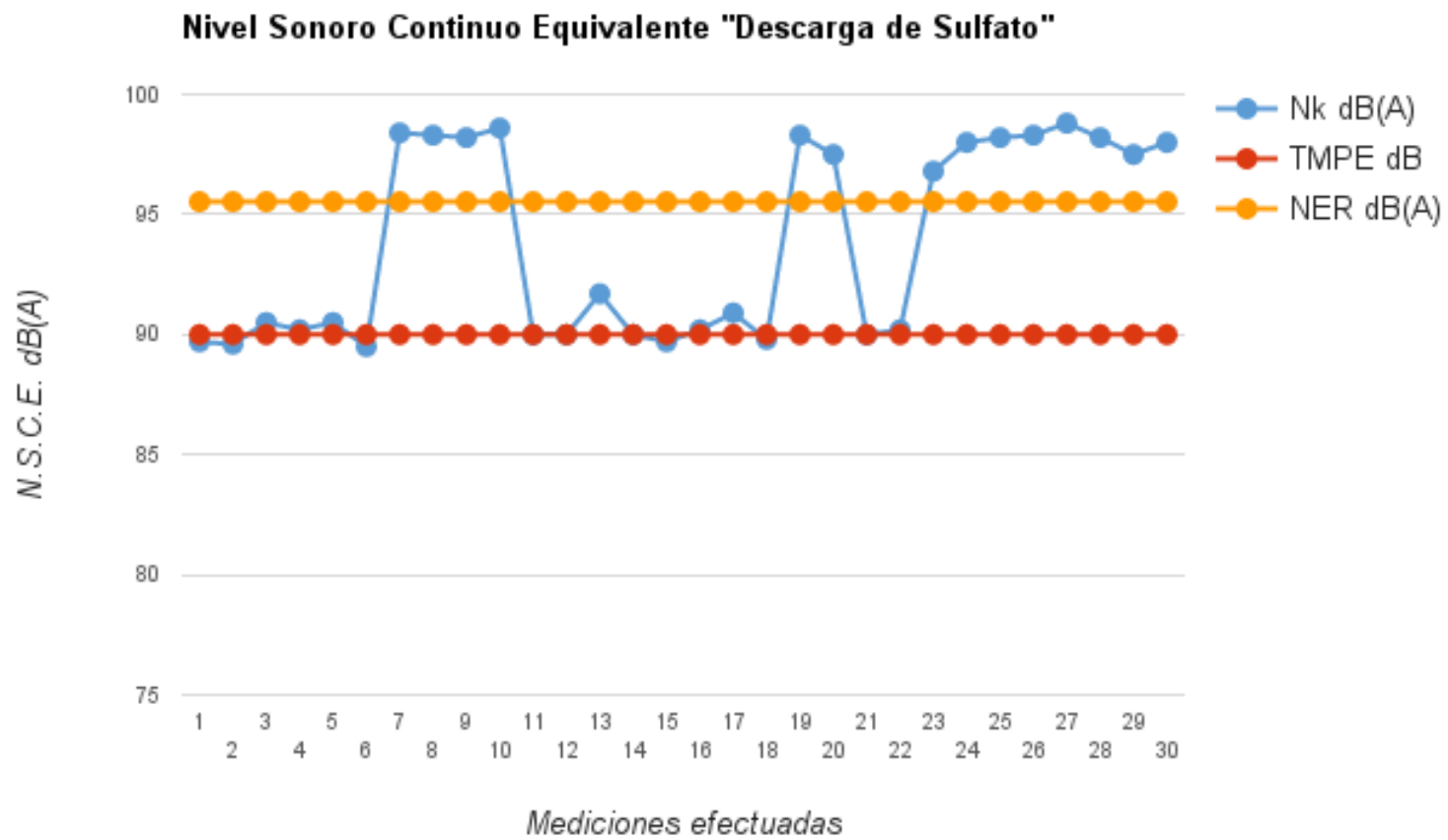


Figura A.2.1. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Descarga de Sulfato

Tabla A.2.2. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Sulfonación Planta 3 y 4

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Inestable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	87.3
2	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
3	87.7	0.5	0.008	5.89E+08	90	87.3
4	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	87.3
5	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
6	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	87.3
7	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	87.3
8	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
9	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
10	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
11	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
12	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
13	87.7	0.5	0.008	5.89E+08	90	87.3
14	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
15	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	87.3
16	85.3	0.5	0.008	3.39E+08	90	87.3
17	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
18	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
19	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	87.3
20	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	87.3
		SUMA		1.08E+10		
			NSCE	87.3		

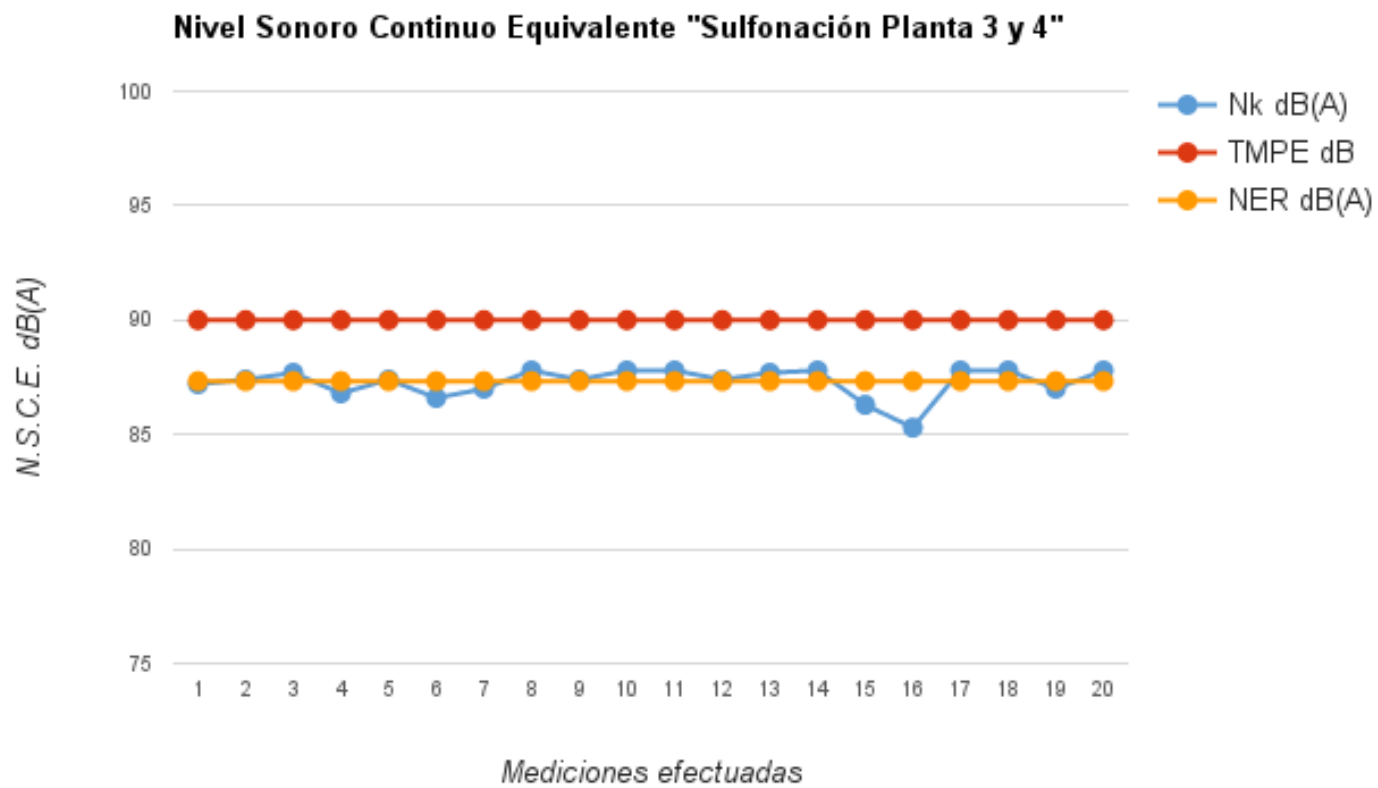


Figura A.2.2. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Sulfonación Planta 3 y 4.

Tabla A.2.3. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Torre de Secado 1 y 2

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	89.8
2	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	89.8
3	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
4	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	89.8
5	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.8
6	89.9	0.5	0.008	9.77E+08	90	89.8
7	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	89.8
8	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	89.8
9	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.8
10	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
11	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
12	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
13	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
14	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.8
15	89.7	0.5	0.008	9.33E+08	90	89.8
16	89.9	0.5	0.008	9.77E+08	90	89.8
17	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.8
18	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
19	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	89.8
20	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	89.8
		SUMA		1.93E+10		
			NSCE	89.8		

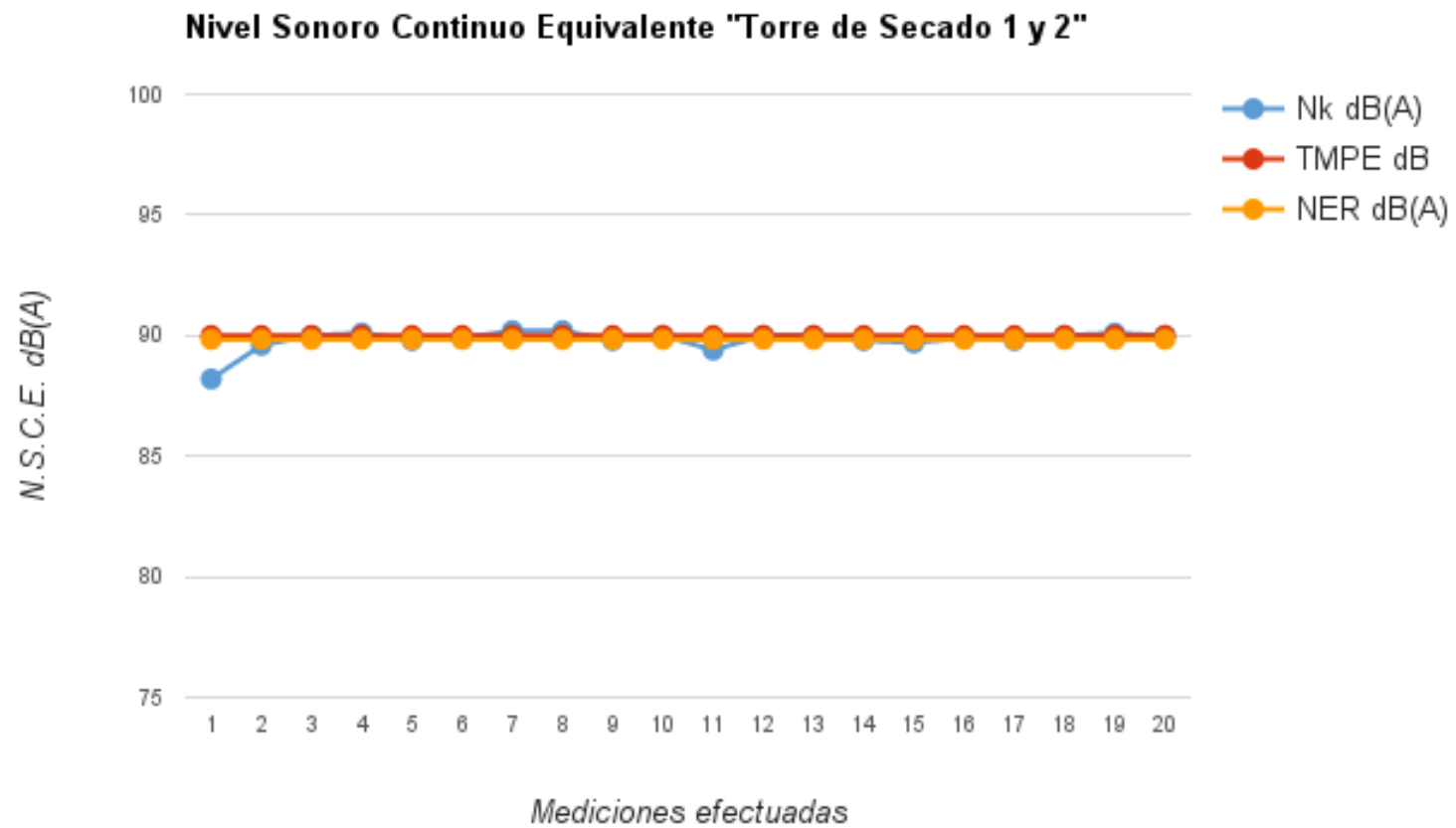


Figura A.2.3. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Torre de Secado 1 y 2.

Tabla A.2.4. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Preparadores

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
2	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.3
3	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	90.3
4	90.4	0.5	0.008	1.10E+09	90	90.3
5	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	90.3
6	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
7	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
8	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	90.3
9	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	90.3
10	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	90.3
11	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
12	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.3
13	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
14	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	90.3
15	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
16	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.3
17	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	90.3
18	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	90.3
19	90.4	0.5	0.008	1.10E+09	90	90.3
20	90.4	0.5	0.008	1.10E+09	90	90.3
		SUMA		2.12E+10		
			NSCE	90.3		

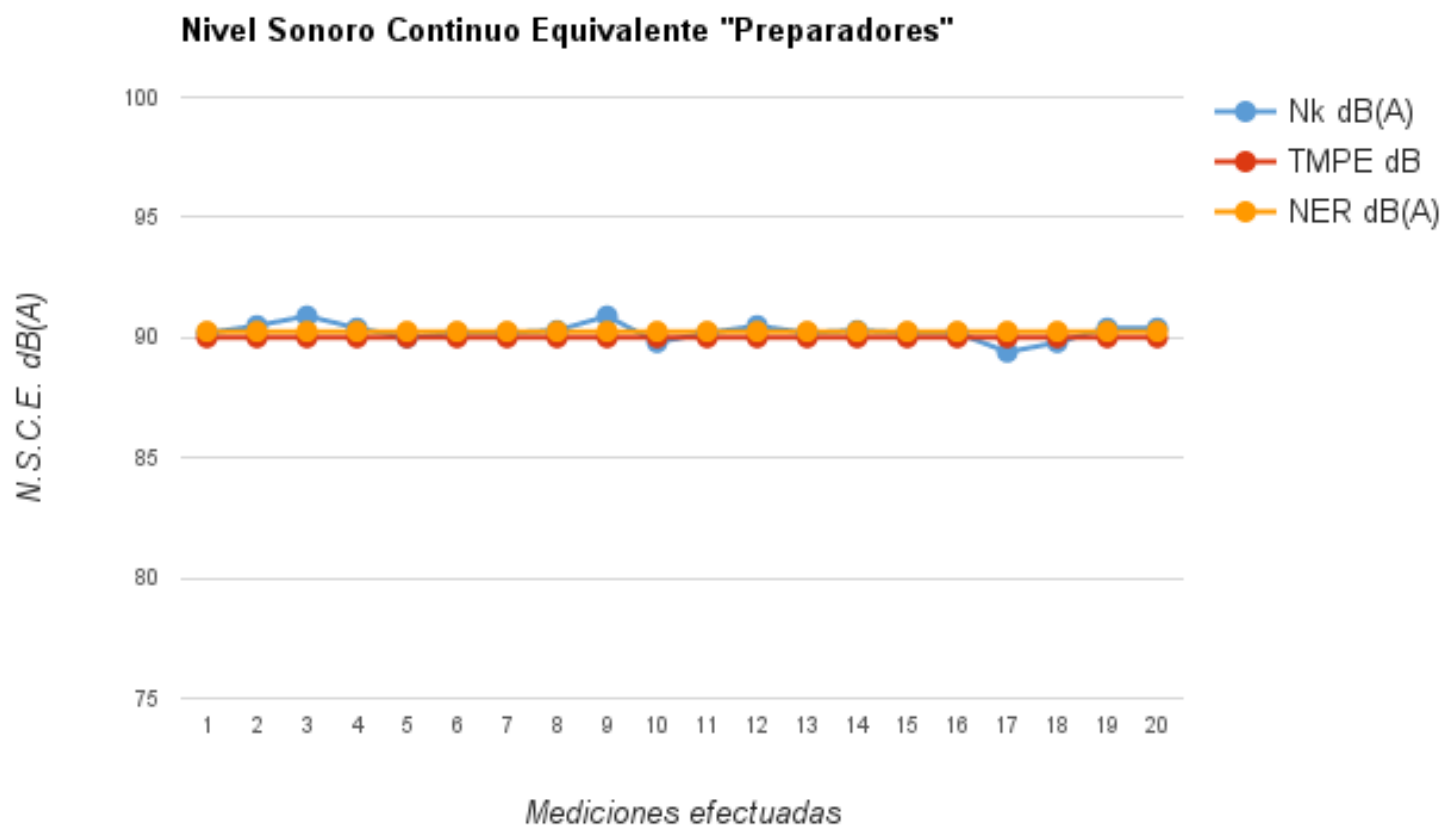


Figura A.2.4. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Preparadores.

Tabla A.2.5. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Preparadores

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	89.2	0.5	0.008	8.32E+08	90	89.8
2	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
3	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	89.8
4	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	89.8
5	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
6	89.2	0.5	0.008	8.32E+08	90	89.8
7	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
8	93.5	0.5	0.008	2.24E+09	90	89.8
9	89.2	0.5	0.008	8.32E+08	90	89.8
10	89.7	0.5	0.008	9.33E+08	90	89.8
11	88.8	0.5	0.008	7.59E+08	90	89.8
12	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
13	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
14	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	89.8
15	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
16	89.5	0.5	0.008	8.91E+08	90	89.8
17	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
18	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.8
19	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.8
20	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.8
		SUMA		1.89E+10		
			NSCE	89.8		

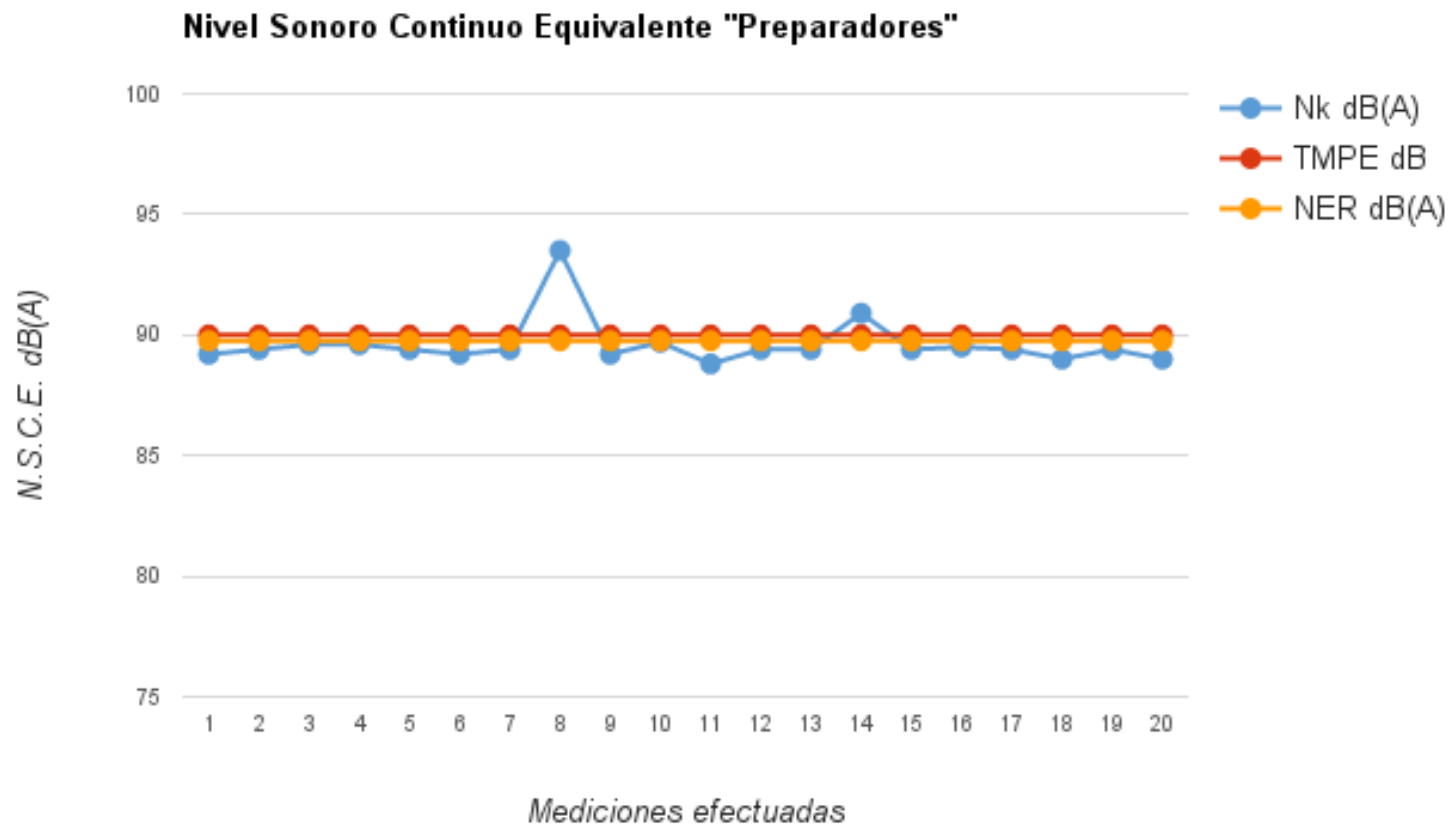


Figura A.2.5. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Preparadores.

Tabla A.2.6. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Básculas

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.5
2	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
3	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	88.5
4	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
5	88.8	0.5	0.008	7.59E+08	90	88.5
6	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.5
7	88.8	0.5	0.008	7.59E+08	90	88.5
8	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.5
9	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.5
10	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.5
11	88.5	0.5	0.008	7.08E+08	90	88.5
12	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	88.5
13	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	88.5
14	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.5
15	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.5
16	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
17	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	88.5
18	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
19	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
20	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.5
		SUMA		1.40E+10		
			NSCE	88.5		

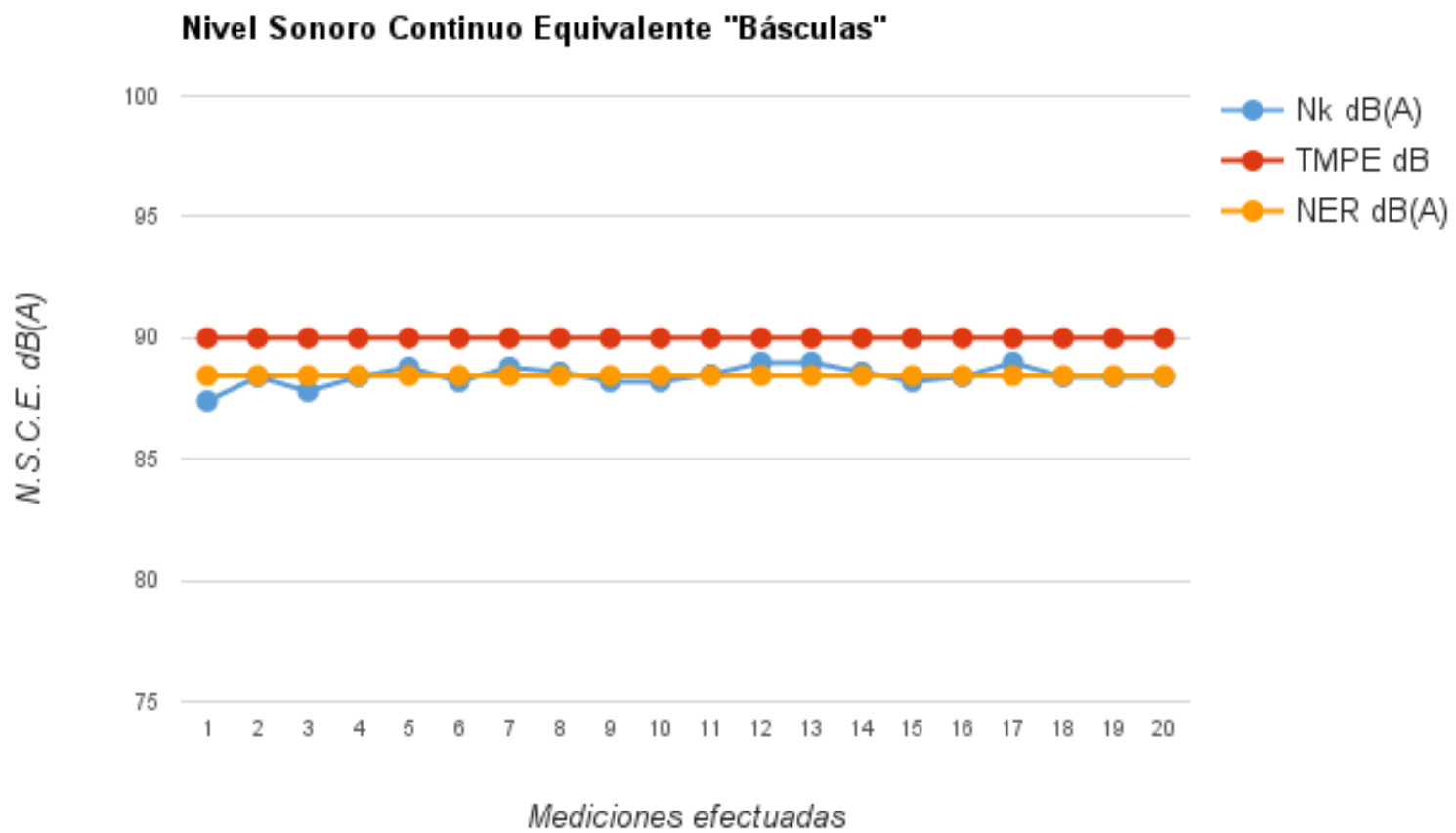


Figura A.2.6. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Básculas.

Tabla A.2.7. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Báscula

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Inestable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	87.1	0.5	0.008	5.13E+08	90	88.6
2	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.6
3	93.9	0.5	0.008	2.45E+09	90	88.6
4	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.6
5	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.6
6	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
7	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	88.6
8	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
9	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.6
10	86.9	0.5	0.008	4.90E+08	90	88.6
11	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
12	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	88.6
13	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
14	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
15	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
16	86.9	0.5	0.008	4.90E+08	90	88.6
17	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	88.6
18	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
19	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
20	87.3	0.5	0.008	5.37E+08	90	88.6
21	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	88.6
22	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
23	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
24	86.9	0.5	0.008	4.90E+08	90	88.6
25	93.3	0.5	0.008	2.14E+09	90	88.6
26	91.5	0.5	0.008	1.41E+09	90	88.6
27	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.6
28	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.6
29	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	88.6
30	93.7	0.5	0.008	2.34E+09	90	88.6
		SUMA		2.17E+10		
			NSCE	88.6		

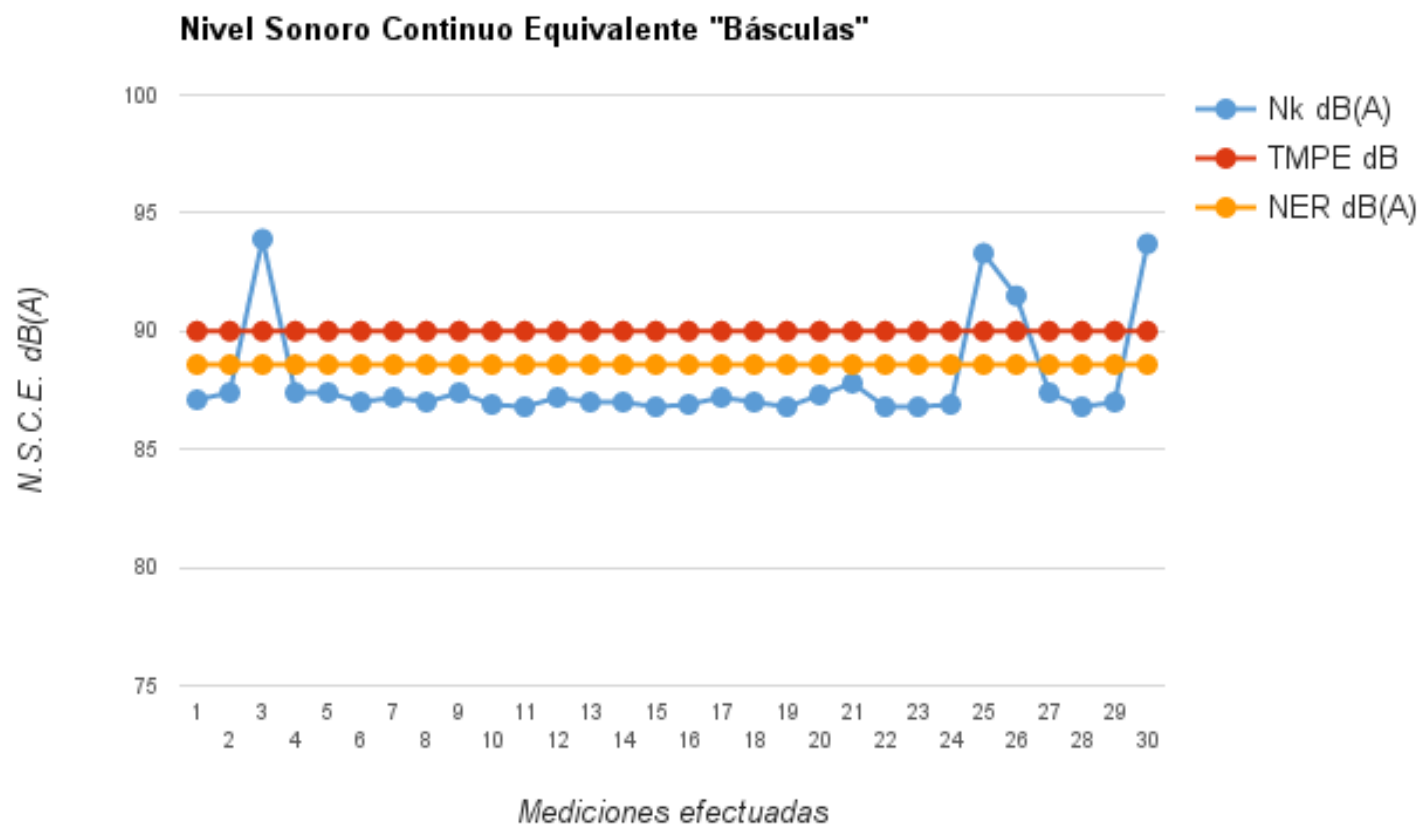


Figura A.2.7. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Báscula

Tabla A.2.8. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Dosificador de Polvos

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Inestable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	91.4
2	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
3	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
4	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	91.4
5	90.7	0.5	0.008	1.17E+09	90	91.4
6	90.7	0.5	0.008	1.17E+09	90	91.4
7	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	91.4
8	91.2	0.5	0.008	1.32E+09	90	91.4
9	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	91.4
10	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	91.4
11	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	91.4
12	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	91.4
13	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
14	90.4	0.5	0.008	1.10E+09	90	91.4
15	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	91.4
16	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	91.4
17	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
18	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
19	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	91.4
20	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	91.4
21	96	0.5	0.008	3.98E+09	90	91.4
22	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
23	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	91.4
24	96.2	0.5	0.008	4.17E+09	90	91.4
25	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
26	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
27	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
28	95.6	0.5	0.008	3.63E+09	90	91.4
29	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	91.4
30	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	91.4
		SUMA		4.12E+10		
			NSCE	91.4		

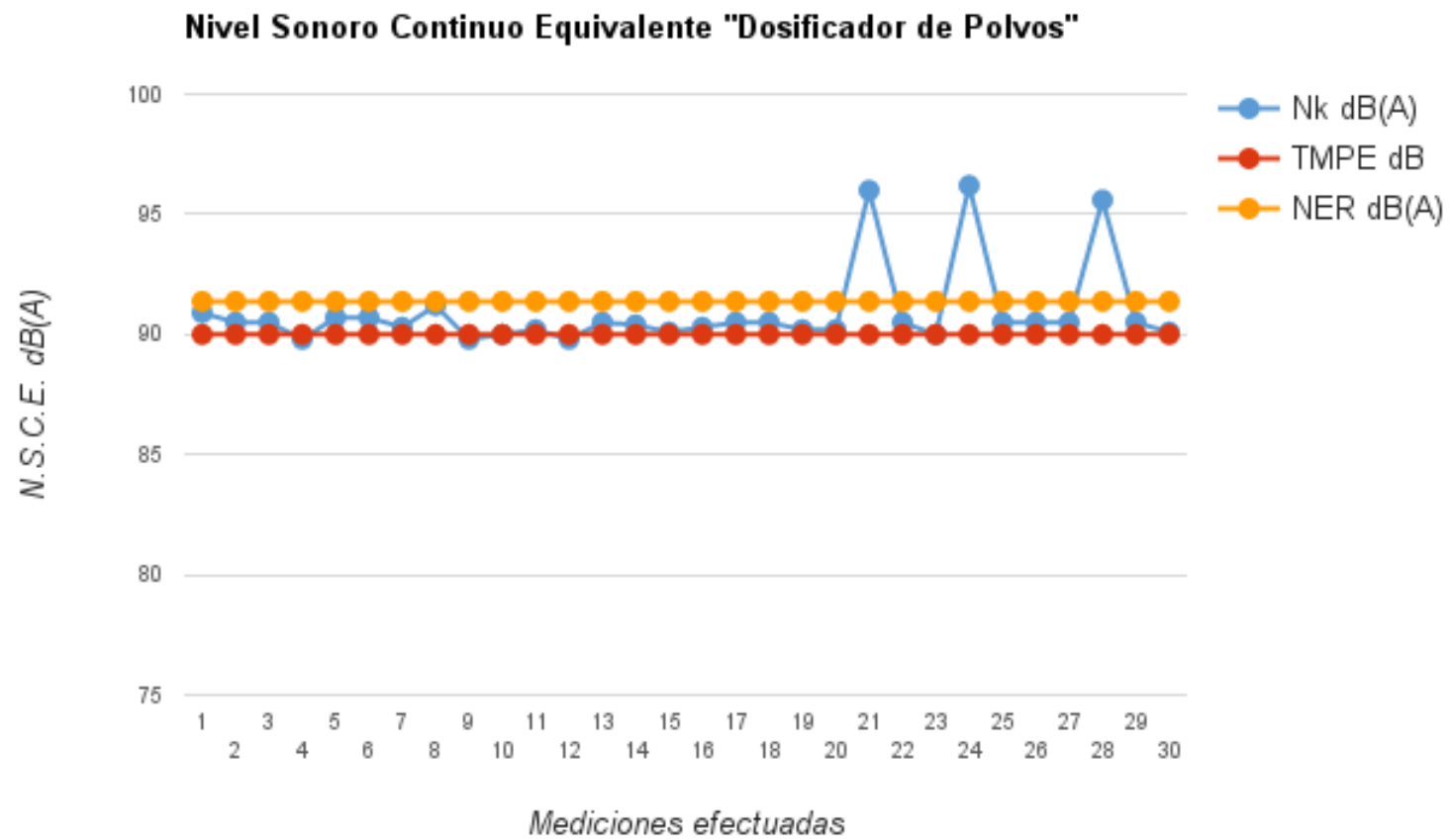


Figura A.2.8 Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Dosificador de Polvos.

Tabla A.2.9. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Ventilador de Torre 2

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	96	0.5	0.008	3.98E+09	90	96.4
2	96.4	0.5	0.008	4.37E+09	90	96.4
3	96.7	0.5	0.008	4.68E+09	90	96.4
4	96.2	0.5	0.008	4.17E+09	90	96.4
5	96.2	0.5	0.008	4.17E+09	90	96.4
6	96.8	0.5	0.008	4.79E+09	90	96.4
7	96.8	0.5	0.008	4.79E+09	90	96.4
8	96.4	0.5	0.008	4.37E+09	90	96.4
9	96	0.5	0.008	3.98E+09	90	96.4
10	96.3	0.5	0.008	4.27E+09	90	96.4
11	96.6	0.5	0.008	4.57E+09	90	96.4
12	96	0.5	0.008	3.98E+09	90	96.4
13	96	0.5	0.008	3.98E+09	90	96.4
14	95.6	0.5	0.008	3.63E+09	90	96.4
15	96.5	0.5	0.008	4.47E+09	90	96.4
16	96.8	0.5	0.008	4.79E+09	90	96.4
17	96.2	0.5	0.008	4.17E+09	90	96.4
18	96.3	0.5	0.008	4.27E+09	90	96.4
19	96.8	0.5	0.008	4.79E+09	90	96.4
20	96.3	0.5	0.008	4.27E+09	90	96.4
		SUMA		8.64E+10		
			NSCE	96.4		

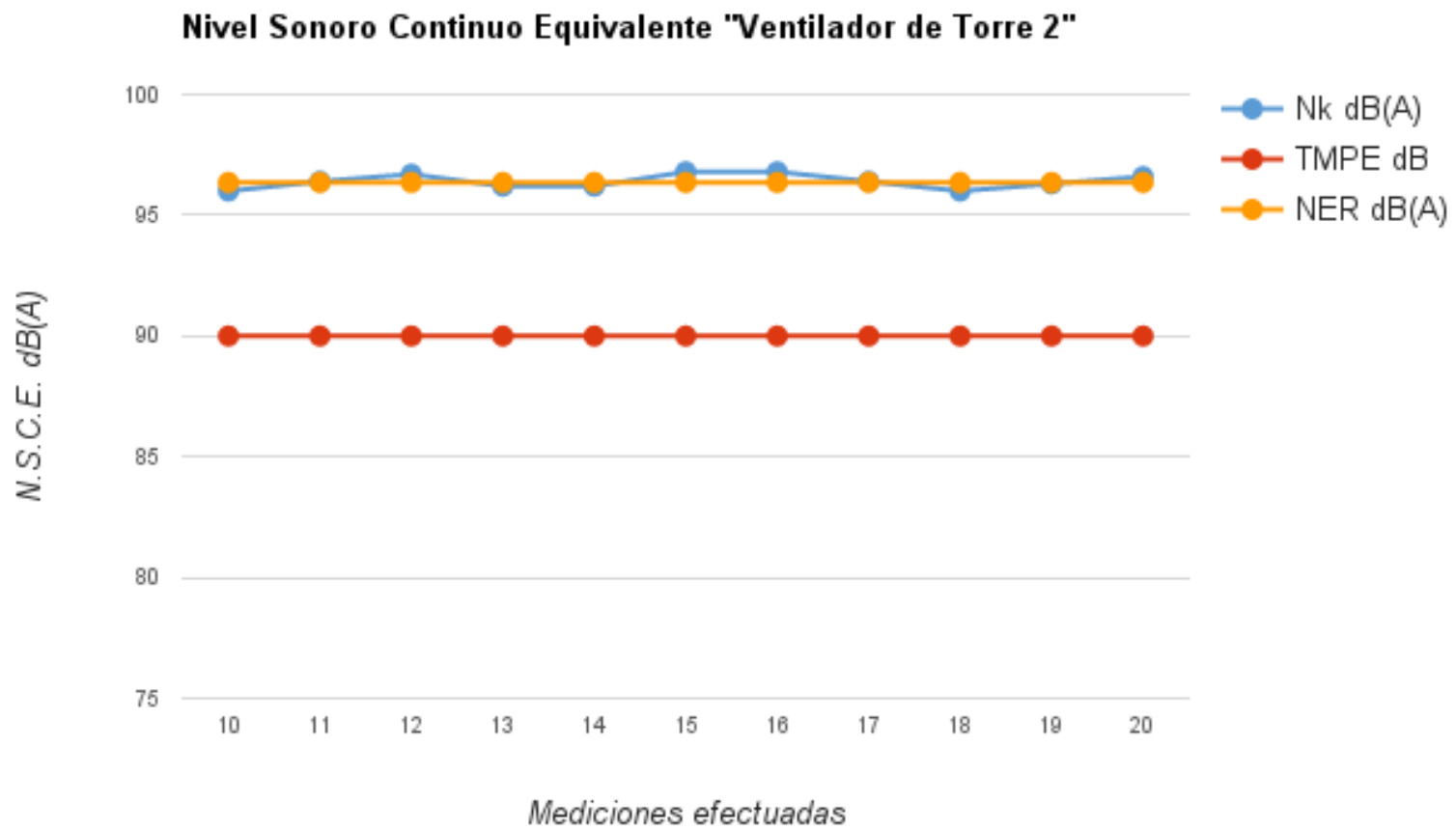


Figura A.2.9. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Ventilador de Torre 2.

Tabla A.2.10. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Humedades

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	89.4
2	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.4
3	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.4
4	88.9	0.5	0.008	7.76E+08	90	89.4
5	89.2	0.5	0.008	8.32E+08	90	89.4
6	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.4
7	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.4
8	89.7	0.5	0.008	9.33E+08	90	89.4
9	89.2	0.5	0.008	8.32E+08	90	89.4
10	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.4
11	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	89.4
12	89.3	0.5	0.008	8.51E+08	90	89.4
13	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.4
14	89.5	0.5	0.008	8.91E+08	90	89.4
15	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	89.4
16	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	89.4
17	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.4
18	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.4
19	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.4
20	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	89.4
		SUMA		1.75E+10		
			NSCE	89.4		

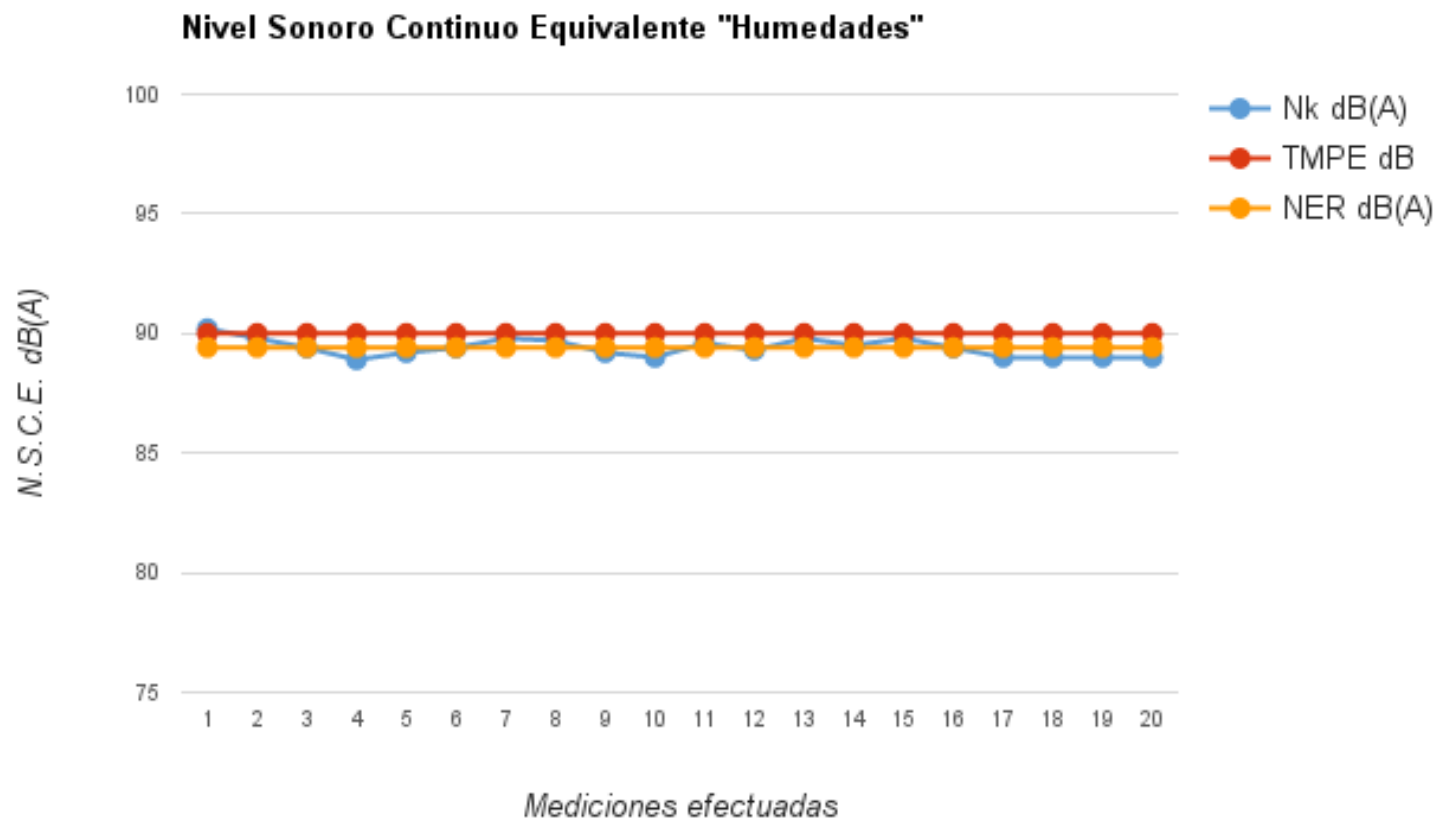


Figura A.2.10. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Humedades.

Tabla A.2.11. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Colectores de Polvo

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	91.3	0.5	0.008	1.35E+09	90	90.5
2	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	90.5
3	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.5
4	90.9	0.5	0.008	1.23E+09	90	90.5
5	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	90.5
6	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	90.5
7	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	90.5
8	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.5
9	90.3	0.5	0.008	1.07E+09	90	90.5
10	91.2	0.5	0.008	1.32E+09	90	90.5
11	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	90.5
12	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.5
13	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	90.5
14	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	90.5
15	90.7	0.5	0.008	1.17E+09	90	90.5
16	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.5
17	90.1	0.5	0.008	1.02E+09	90	90.5
18	91.7	0.5	0.008	1.48E+09	90	90.5
19	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	90.5
20	91.2	0.5	0.008	1.32E+09	90	90.5
		SUMA		2.25E+10		
			NSCE	90.5		

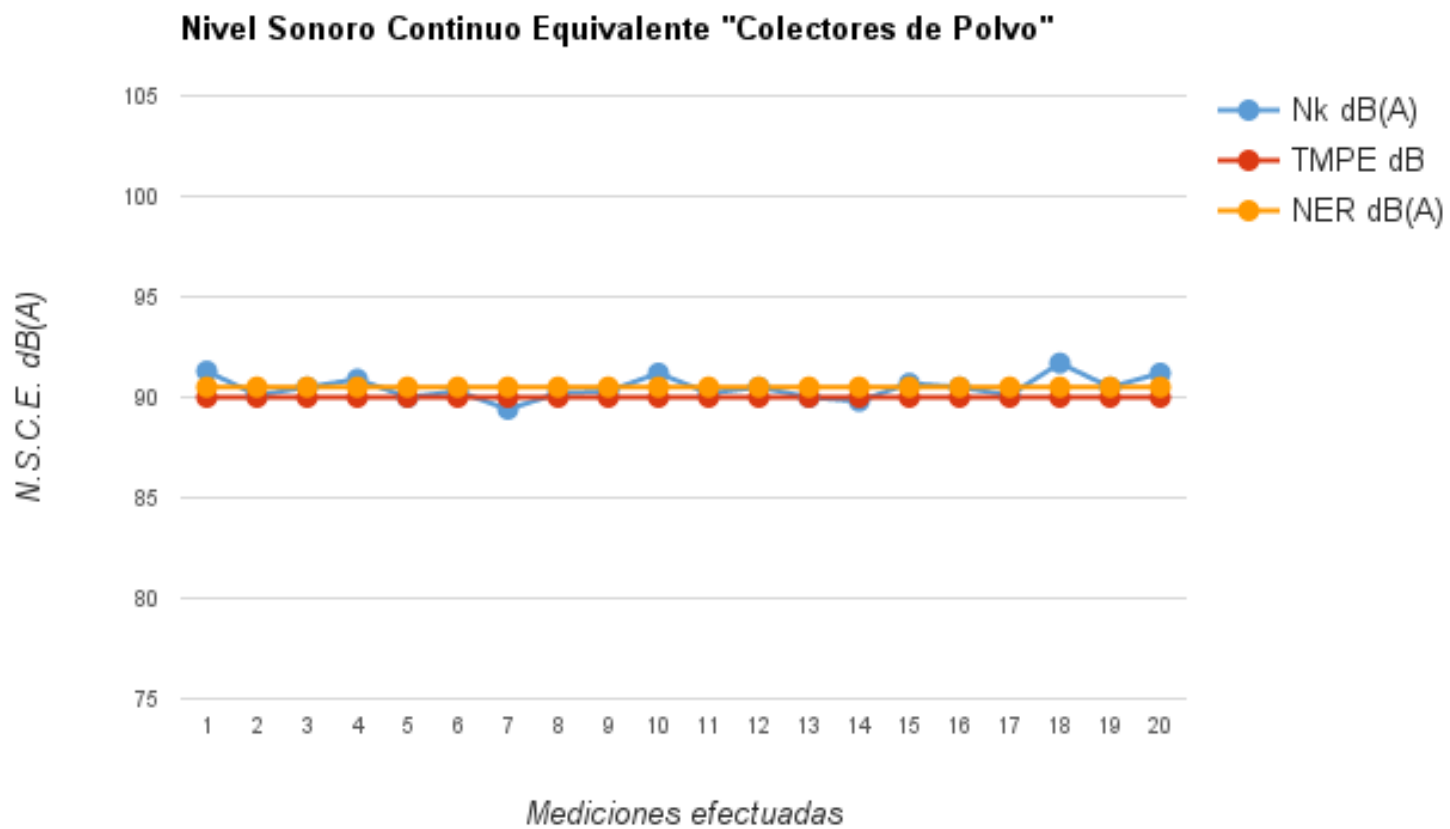


Figura A.2.11. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Colectores de Polvo.

Tabla A.2.12. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 2- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	86.9
2	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	86.9
3	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	86.9
4	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	86.9
5	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	86.9
6	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	86.9
7	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	86.9
8	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	86.9
9	87.3	0.5	0.008	5.37E+08	90	86.9
10	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.9
11	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	86.9
12	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	86.9
13	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	86.9
14	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.9
15	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	86.9
16	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	86.9
17	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	86.9
18	87.3	0.5	0.008	5.37E+08	90	86.9
19	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	86.9
20	86.5	0.5	0.008	4.47E+08	90	86.9
		SUMA		9.73E+09		
			NSCE	86.9		

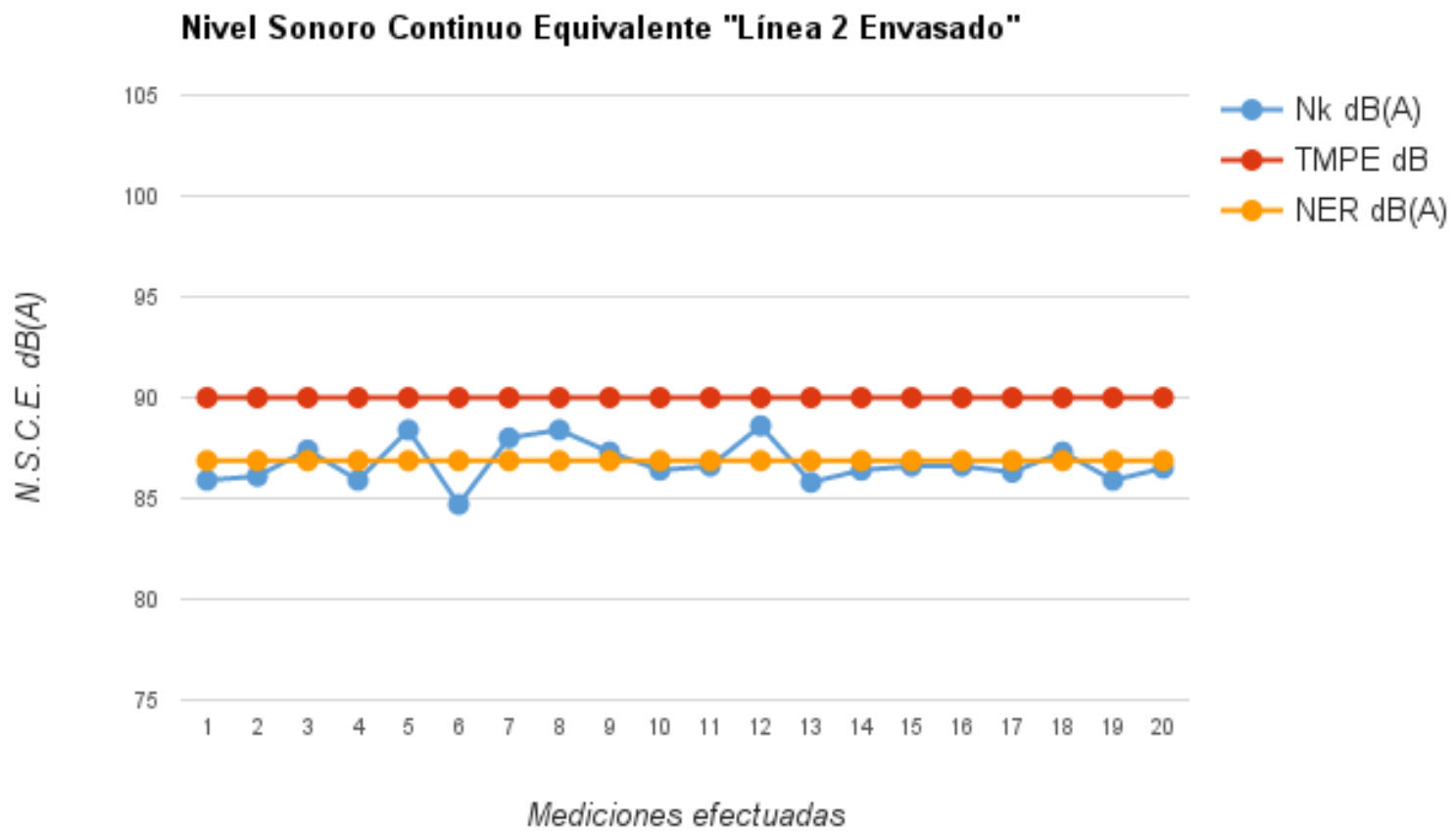


Figura A.2.12. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 2 Envasado.

Tabla A.2.13. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 5- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	85.6
2	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	85.6
3	86.2	0.5	0.008	4.17E+08	90	85.6
4	85.6	0.5	0.008	3.63E+08	90	85.6
5	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
6	85.3	0.5	0.008	3.39E+08	90	85.6
7	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.6
8	84.1	0.5	0.008	2.57E+08	90	85.6
9	84.5	0.5	0.008	2.82E+08	90	85.6
10	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	85.6
11	83.3	0.5	0.008	2.14E+08	90	85.6
12	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	85.6
13	84	0.5	0.008	2.51E+08	90	85.6
14	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	85.6
15	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	85.6
16	85.1	0.5	0.008	3.24E+08	90	85.6
17	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	85.6
18	85.6	0.5	0.008	3.63E+08	90	85.6
19	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
20	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	85.6
		SUMA		7.28E+09		
			NSCE	85.6		

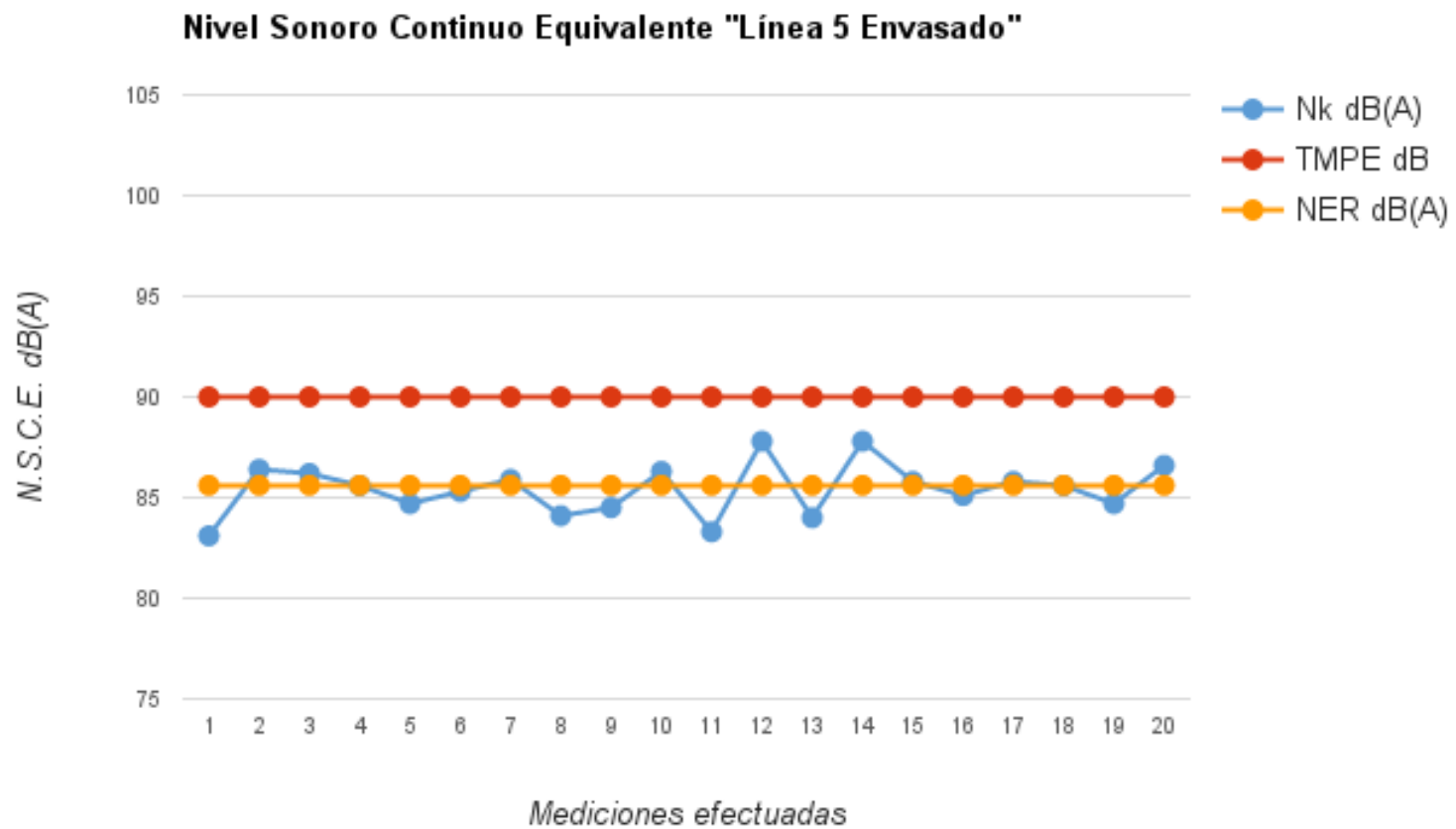


Figura A.2.13. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 5 Envasado.

Tabla A.2.14. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 8- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
2	85.1	0.5	0.008	3.24E+08	90	85.6
3	84.1	0.5	0.008	2.57E+08	90	85.6
4	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	85.6
5	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	85.6
6	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	85.6
7	84.5	0.5	0.008	2.82E+08	90	85.6
8	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	85.6
9	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	85.6
10	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
11	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	85.6
12	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.6
13	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
14	85	0.5	0.008	3.16E+08	90	85.6
15	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	85.6
16	86.9	0.5	0.008	4.90E+08	90	85.6
17	85.1	0.5	0.008	3.24E+08	90	85.6
18	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	85.6
19	84.1	0.5	0.008	2.57E+08	90	85.6
20	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	85.6
		SUMA		7.19E+09		
			NSCE	85.6		

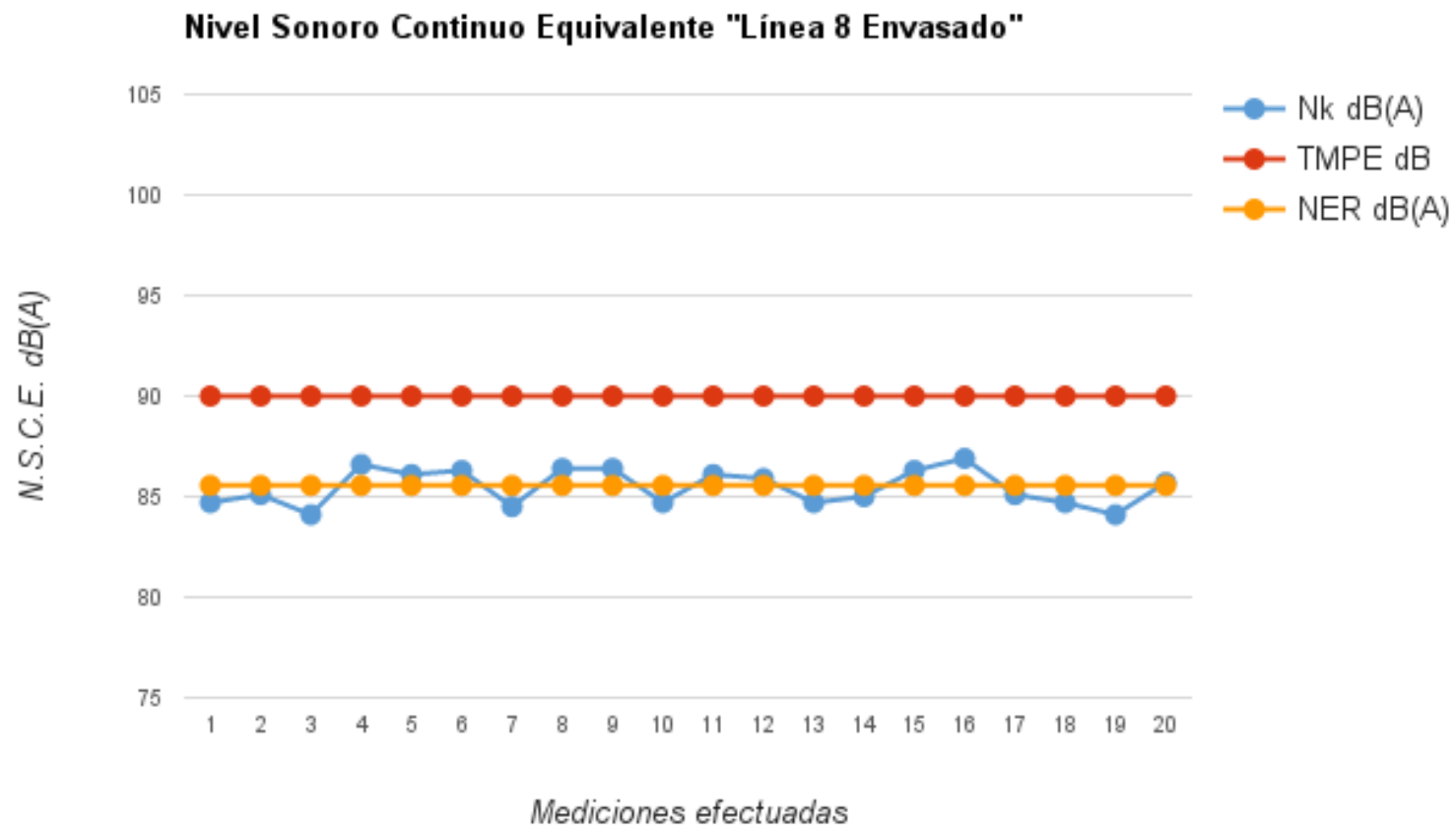


Figura A.2.14. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 8 Envasado.

Tabla A.2.15. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 10- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	88.1
2	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	88.1
3	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.1
4	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.1
5	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	88.1
6	90.5	0.5	0.008	1.12E+09	90	88.1
7	88.5	0.5	0.008	7.08E+08	90	88.1
8	89.8	0.5	0.008	9.55E+08	90	88.1
9	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.1
10	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	88.1
11	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	88.1
12	88.4	0.5	0.008	6.92E+08	90	88.1
13	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	88.1
14	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.1
15	89.6	0.5	0.008	9.12E+08	90	88.1
16	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	88.1
17	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	88.1
18	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.1
19	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	88.1
20	86.6	0.5	0.008	4.57E+08	90	88.1
		SUMA		1.30E+10		

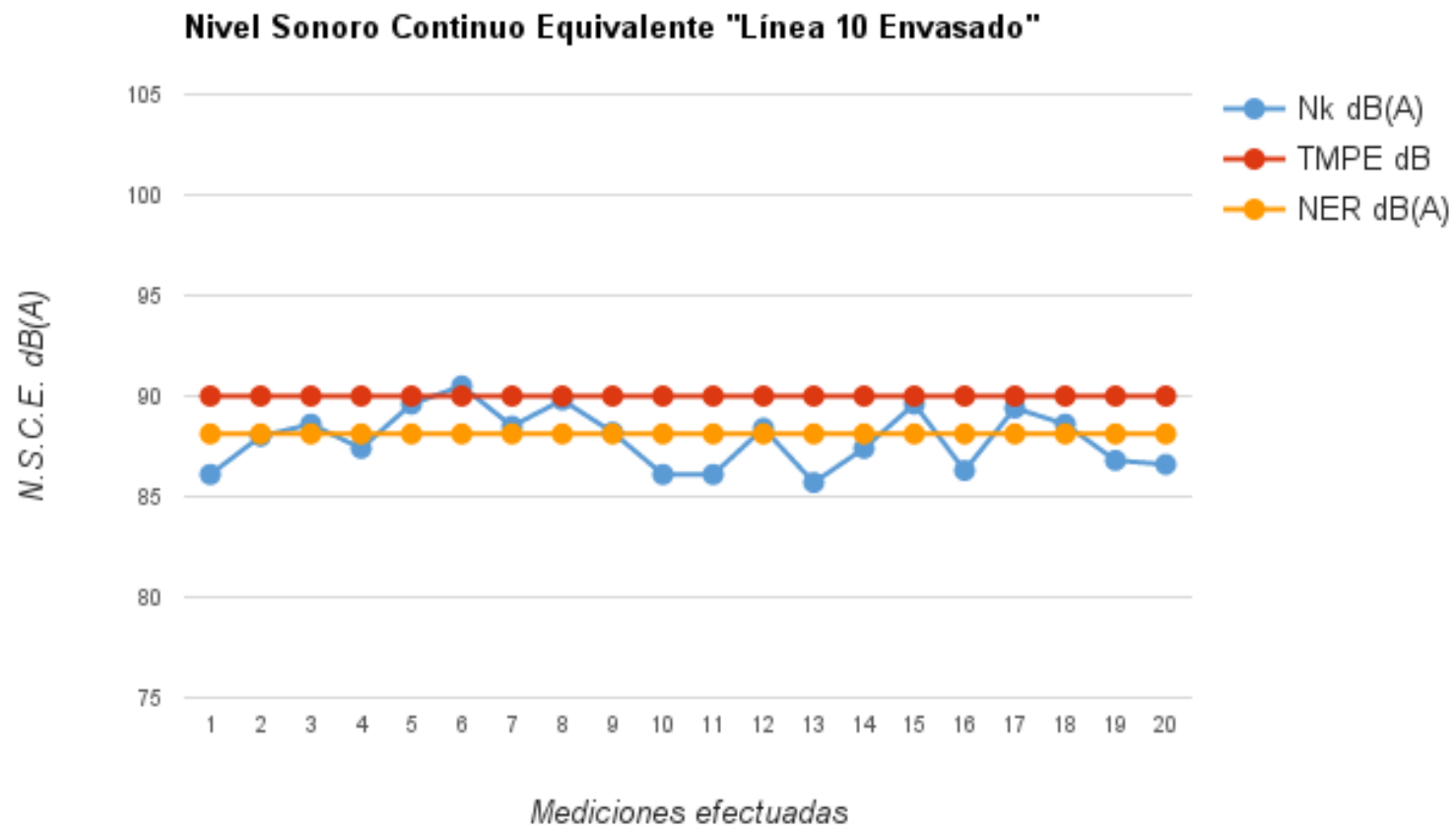


Figura A.2.15. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 10 Envasado.

Tabla A.2.16. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 13- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	88.8	0.5	0.008	7.59E+08	90	88.7
2	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.7
3	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	88.7
4	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.7
5	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	88.7
6	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	88.7
7	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	88.7
8	90	0.5	0.008	1.00E+09	90	88.7
9	89.4	0.5	0.008	8.71E+08	90	88.7
10	88.6	0.5	0.008	7.24E+08	90	88.7
11	88.7	0.5	0.008	7.41E+08	90	88.7
12	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.7
13	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.7
14	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	88.7
15	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	88.7
16	89.5	0.5	0.008	8.91E+08	90	88.7
17	90.2	0.5	0.008	1.05E+09	90	88.7
18	88.5	0.5	0.008	7.08E+08	90	88.7
19	89	0.5	0.008	7.94E+08	90	88.7
20	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	88.7
		SUMA		1.47E+10		
			NSCE	88.7		

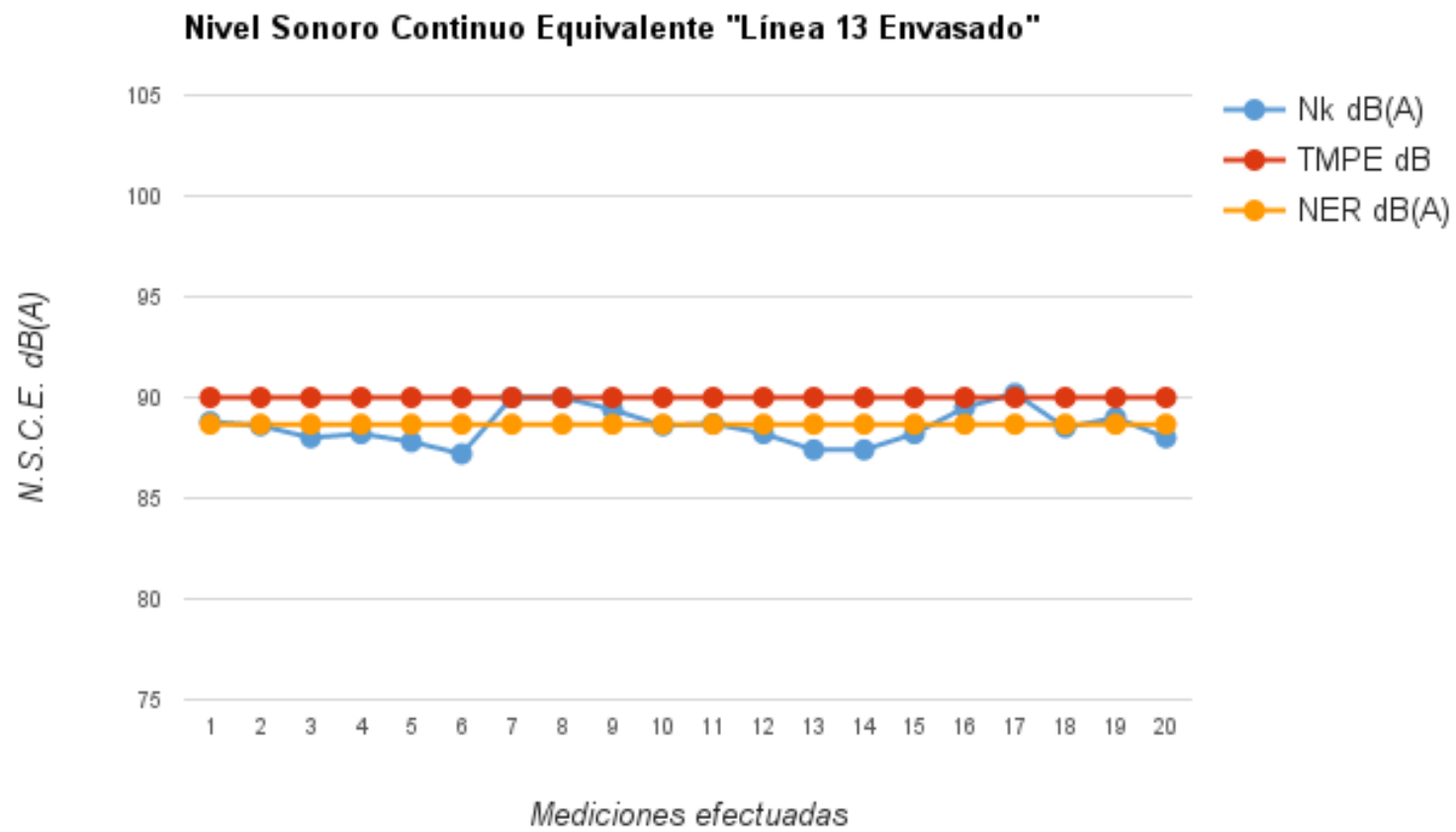


Figura A.2.16. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 13 Envasado.

Tabla A.2.17. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 17- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	83.9
2	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	83.9
3	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	83.9
4	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	83.9
5	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.9
6	83.4	0.5	0.008	2.19E+08	90	83.9
7	83.4	0.5	0.008	2.19E+08	90	83.9
8	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.9
9	84.7	0.5	0.008	2.95E+08	90	83.9
10	82.9	0.5	0.008	1.95E+08	90	83.9
11	84.1	0.5	0.008	2.57E+08	90	83.9
12	83.9	0.5	0.008	2.45E+08	90	83.9
13	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.9
14	83.7	0.5	0.008	2.34E+08	90	83.9
15	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.9
16	83.8	0.5	0.008	2.40E+08	90	83.9
17	84.6	0.5	0.008	2.88E+08	90	83.9
18	82.9	0.5	0.008	1.95E+08	90	83.9
19	83.5	0.5	0.008	2.24E+08	90	83.9
20	85.1	0.5	0.008	3.24E+08	90	83.9
		SUMA		4.87E+09		
			NSCE	83.9		

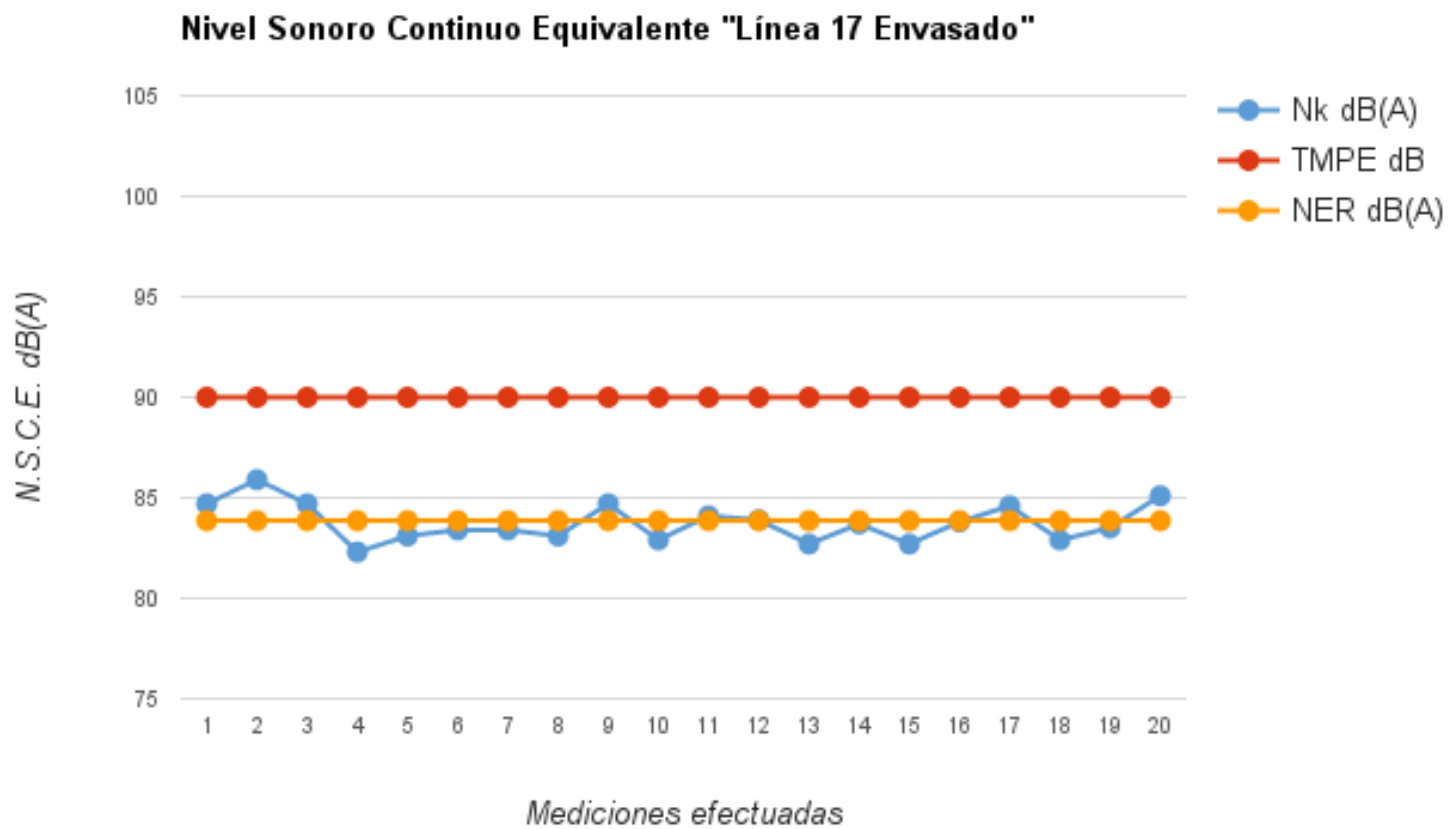


Figura A.2.17. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 17 Envasado.

Tabla A.2.18. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Línea 22 - Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
2	87.3	0.5	0.008	5.37E+08	90	87.3
3	87.2	0.5	0.008	5.25E+08	90	87.3
4	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	87.3
5	87.3	0.5	0.008	5.37E+08	90	87.3
6	88.7	0.5	0.008	7.41E+08	90	87.3
7	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
8	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
9	86.2	0.5	0.008	4.17E+08	90	87.3
10	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	87.3
11	86.5	0.5	0.008	4.47E+08	90	87.3
12	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
13	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	87.3
14	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	87.3
15	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	87.3
16	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	87.3
17	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	87.3
18	88.2	0.5	0.008	6.61E+08	90	87.3
19	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	87.3
20	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	87.3
		SUMA		1.08E+10		
			NSCE	87.3		

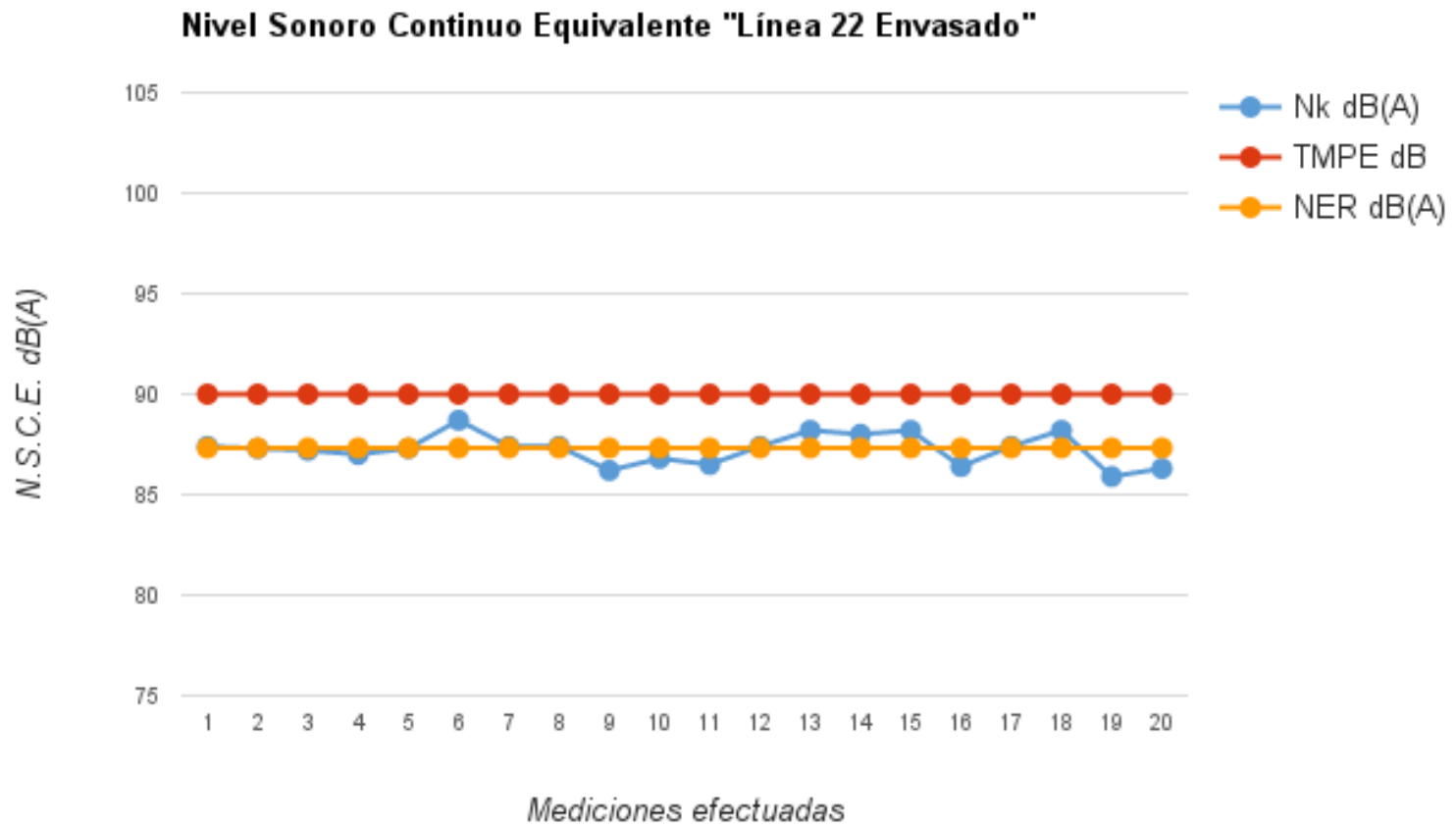


Figura A.2.18. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Línea 22 Envasado.

Tabla A.2.19. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Frente a Oficina- Envasado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.2
2	83.3	0.5	0.008	2.14E+08	90	81.2
3	81.9	0.5	0.008	1.55E+08	90	81.2
4	81.8	0.5	0.008	1.51E+08	90	81.2
5	80.8	0.5	0.008	1.20E+08	90	81.2
6	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.2
7	81.6	0.5	0.008	1.45E+08	90	81.2
8	81	0.5	0.008	1.26E+08	90	81.2
9	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.2
10	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.2
11	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.2
12	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	81.2
13	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.2
14	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.2
15	80.9	0.5	0.008	1.23E+08	90	81.2
16	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.2
17	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.2
18	80.2	0.5	0.008	1.05E+08	90	81.2
19	81	0.5	0.008	1.26E+08	90	81.2
20	80.4	0.5	0.008	1.10E+08	90	81.2
		SUMA		2.66E+09		
			NSCE	81.2		

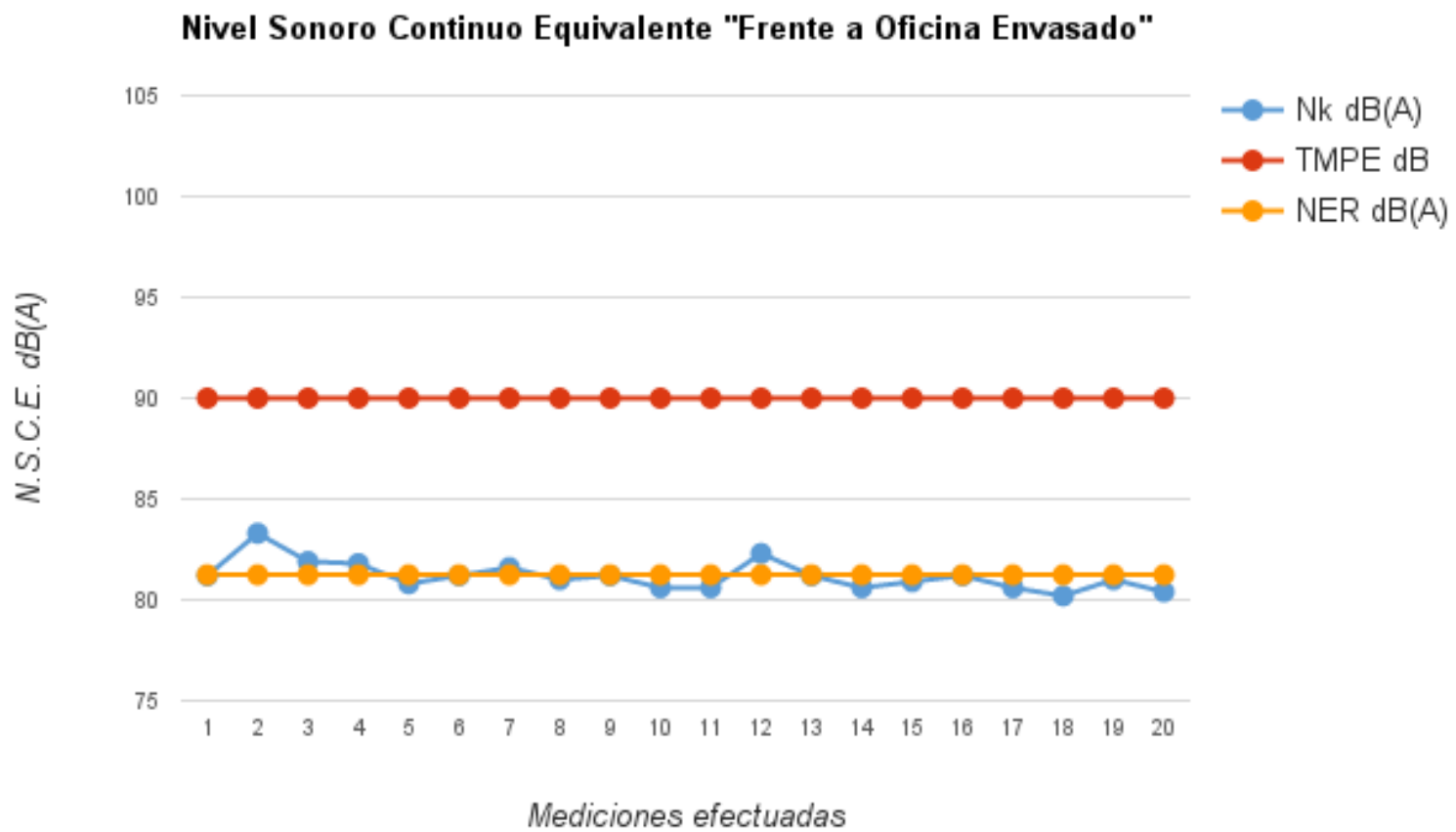


Figura A.2.19. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a Oficina Envasado.

Tabla A.2.20. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Alimentación de Tolvas

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	80	0.5	0.008	1.00E+08	90	82.0
2	80	0.5	0.008	1.00E+08	90	82.0
3	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	82.0
4	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	82.0
5	81.6	0.5	0.008	1.45E+08	90	82.0
6	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	82.0
7	82.4	0.5	0.008	1.74E+08	90	82.0
8	82.2	0.5	0.008	1.66E+08	90	82.0
9	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	82.0
10	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	82.0
11	80.2	0.5	0.008	1.05E+08	90	82.0
12	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	82.0
13	82.1	0.5	0.008	1.62E+08	90	82.0
14	82.1	0.5	0.008	1.62E+08	90	82.0
15	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	82.0
16	82.2	0.5	0.008	1.66E+08	90	82.0
17	82.1	0.5	0.008	1.62E+08	90	82.0
18	82.3	0.5	0.008	1.70E+08	90	82.0
19	82.2	0.5	0.008	1.66E+08	90	82.0
20	83.5	0.5	0.008	2.24E+08	90	82.0
		SUMA		3.20E+09		
			NSCE	82.0		

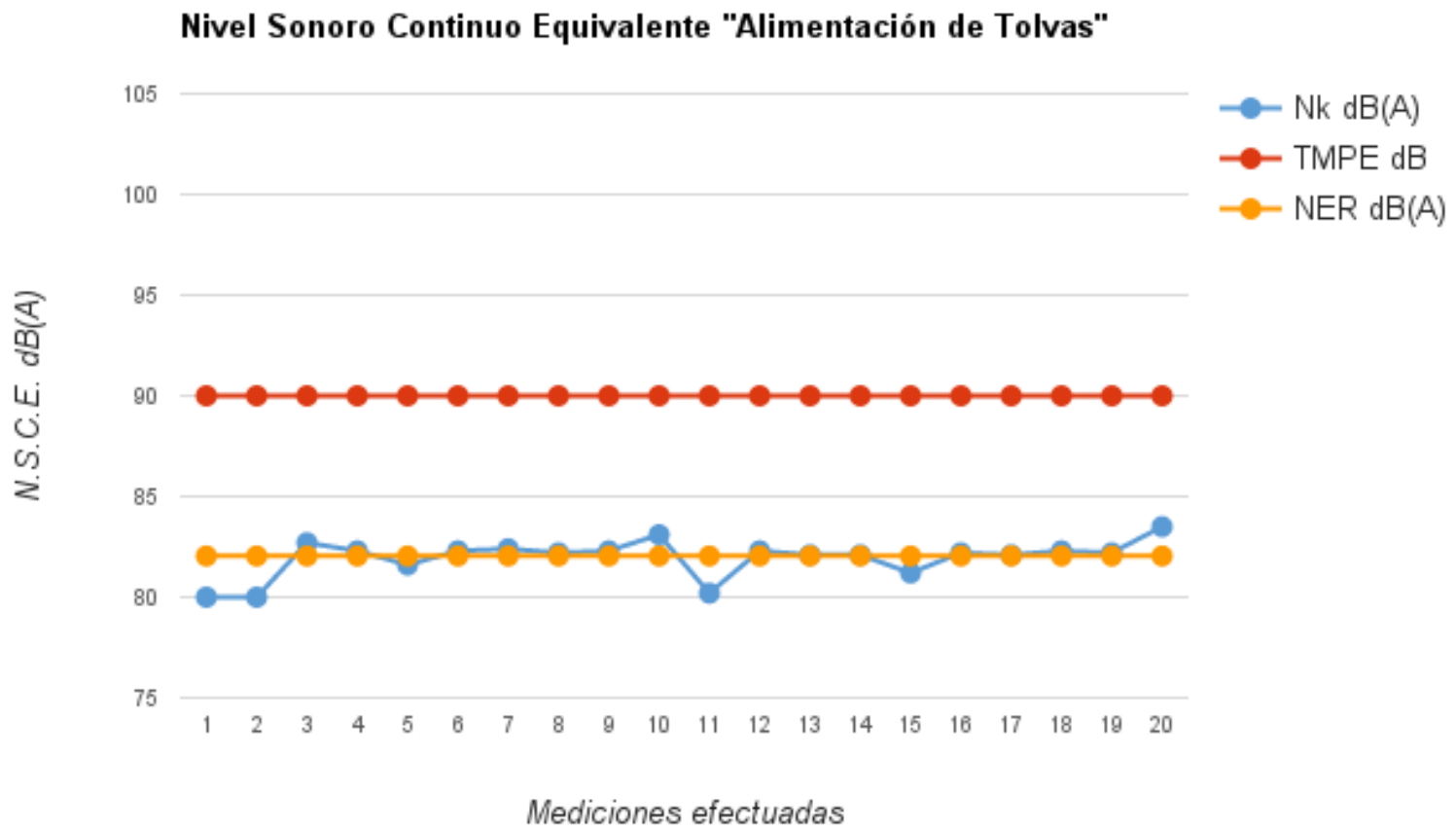


Figura A.2.20. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Alimentación de Tolvas.

Tabla A.2.21. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Alimentación de Tolvas

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	80.4	0.5	0.008	1.10E+08	90	81.0
2	79.3	0.5	0.008	8.51E+07	90	81.0
3	81.4	0.5	0.008	1.38E+08	90	81.0
4	80.8	0.5	0.008	1.20E+08	90	81.0
5	81	0.5	0.008	1.26E+08	90	81.0
6	80.4	0.5	0.008	1.10E+08	90	81.0
7	80.8	0.5	0.008	1.20E+08	90	81.0
8	81.2	0.5	0.008	1.32E+08	90	81.0
9	81.9	0.5	0.008	1.55E+08	90	81.0
10	80.3	0.5	0.008	1.07E+08	90	81.0
11	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.0
12	80.4	0.5	0.008	1.10E+08	90	81.0
13	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	81.0
14	81.7	0.5	0.008	1.48E+08	90	81.0
15	80.6	0.5	0.008	1.15E+08	90	81.0
16	80.8	0.5	0.008	1.20E+08	90	81.0
17	81.9	0.5	0.008	1.55E+08	90	81.0
18	81.6	0.5	0.008	1.45E+08	90	81.0
19	80.7	0.5	0.008	1.17E+08	90	81.0
20	80.4	0.5	0.008	1.10E+08	90	81.0
		SUMA		2.52E+09		
			NSCE	81.0		

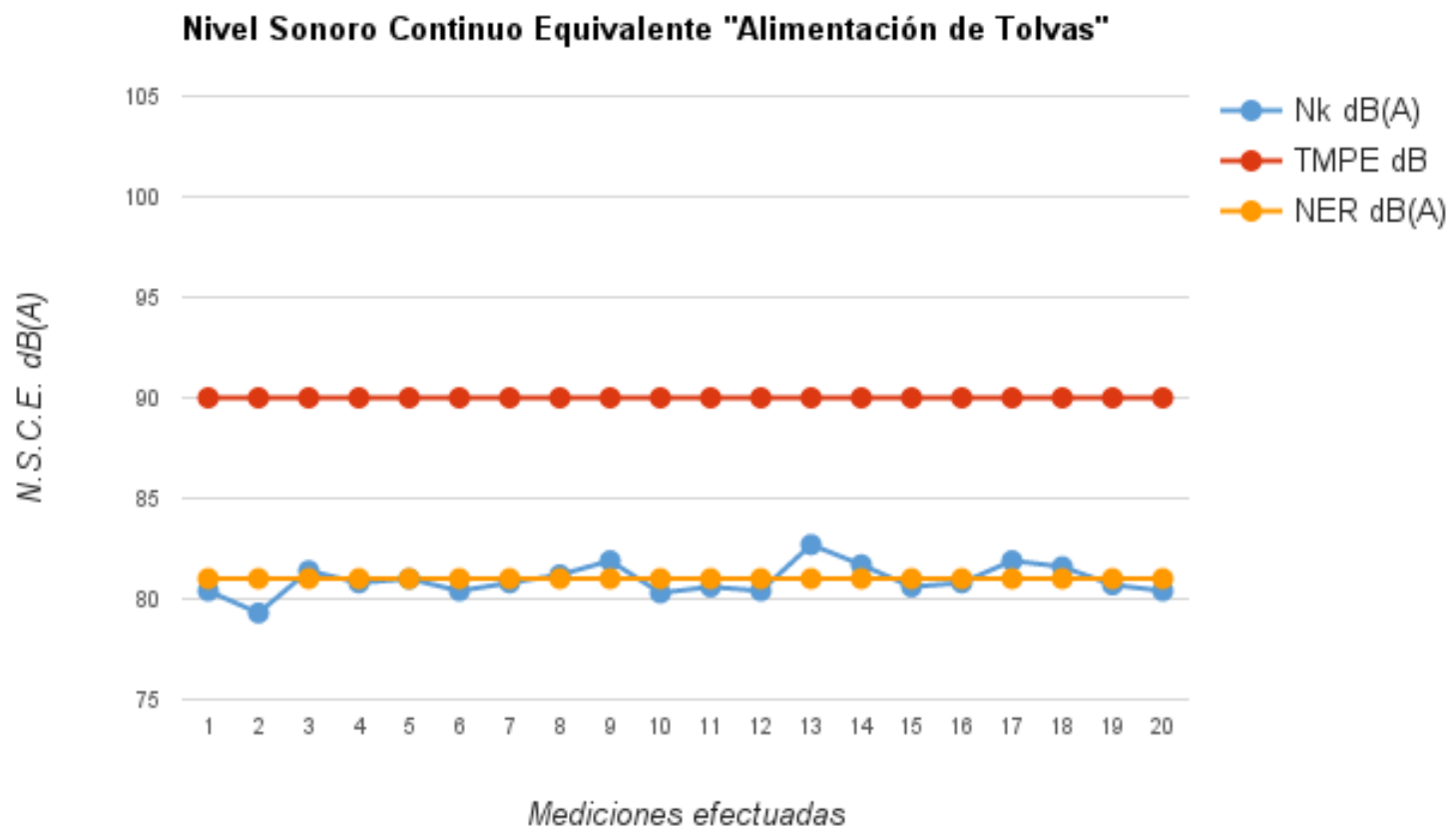


Figura A.2.21. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Alimentación de Tolvas.

Tabla A.2.22. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Dosificación de Concentrado

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	86.8
2	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	86.8
3	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.8
4	87.9	0.5	0.008	6.17E+08	90	86.8
5	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	86.8
6	88	0.5	0.008	6.31E+08	90	86.8
7	86.5	0.5	0.008	4.47E+08	90	86.8
8	86.9	0.5	0.008	4.90E+08	90	86.8
9	86.8	0.5	0.008	4.79E+08	90	86.8
10	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	86.8
11	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	86.8
12	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.8
13	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.8
14	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	86.8
15	87.4	0.5	0.008	5.50E+08	90	86.8
16	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	86.8
17	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	86.8
18	87	0.5	0.008	5.01E+08	90	86.8
19	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	86.8
20	87.8	0.5	0.008	6.03E+08	90	86.8
		SUMA		9.52E+09		
			NSCE	86.8		

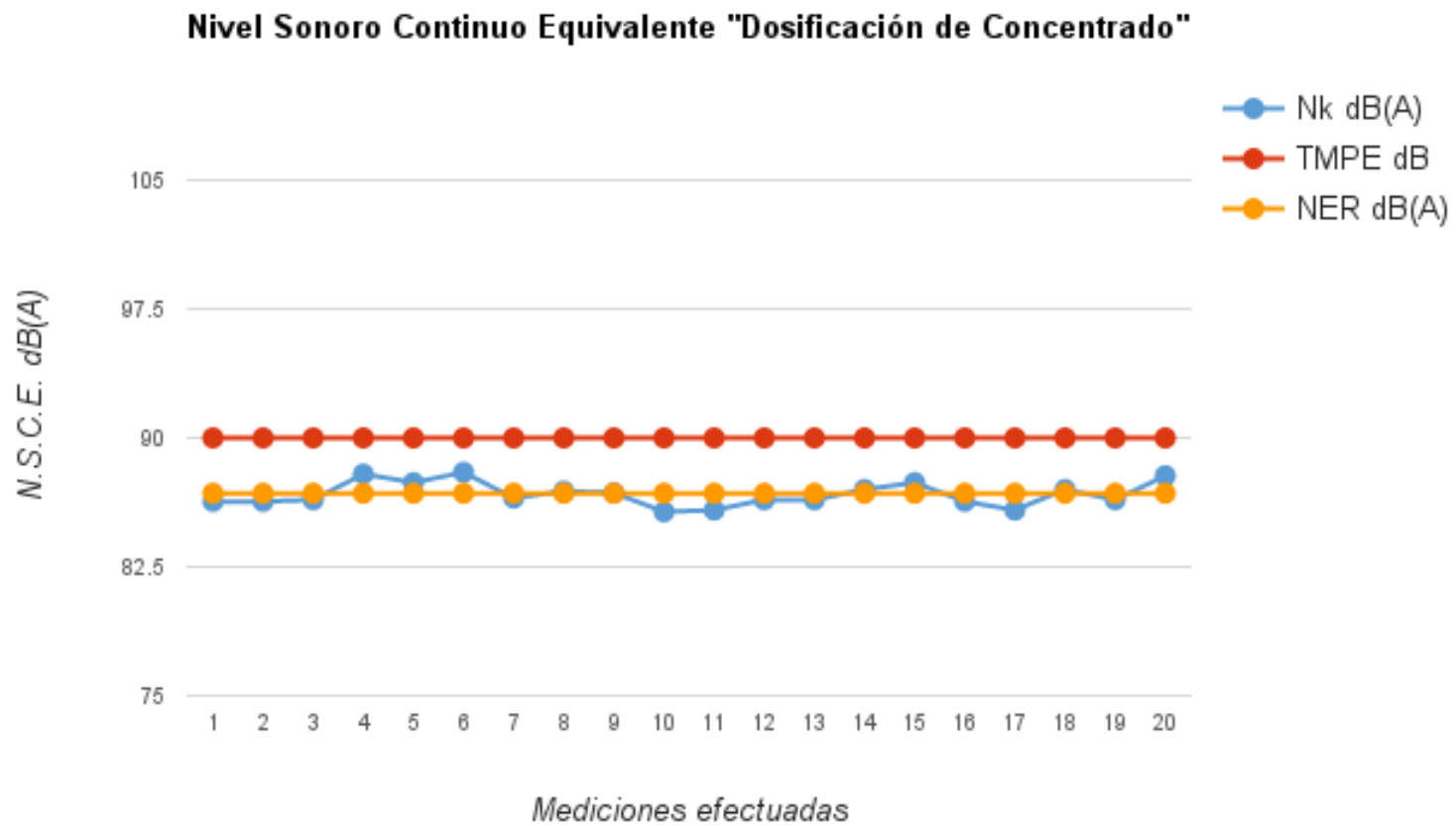


Figura A.2.22. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Dosificación de Concentrado.

Tabla A.2.23. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Frente a Caseta de Torre No. 5

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk} /10	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk} /10		
1	82.5	0.5	0.008	1.78E+08	90	83.1
2	83.3	0.5	0.008	2.14E+08	90	83.1
3	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.1
4	83.3	0.5	0.008	2.14E+08	90	83.1
5	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.1
6	82.9	0.5	0.008	1.95E+08	90	83.1
7	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.1
8	83.5	0.5	0.008	2.24E+08	90	83.1
9	82.4	0.5	0.008	1.74E+08	90	83.1
10	85.6	0.5	0.008	3.63E+08	90	83.1
11	82.5	0.5	0.008	1.78E+08	90	83.1
12	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.1
13	82.6	0.5	0.008	1.82E+08	90	83.1
14	83	0.5	0.008	2.00E+08	90	83.1
15	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.1
16	83.1	0.5	0.008	2.04E+08	90	83.1
17	83	0.5	0.008	2.00E+08	90	83.1
18	82.5	0.5	0.008	1.78E+08	90	83.1
19	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.1
20	82.7	0.5	0.008	1.86E+08	90	83.1
		SUMA		4.06E+09		
			NSCE	83.1		

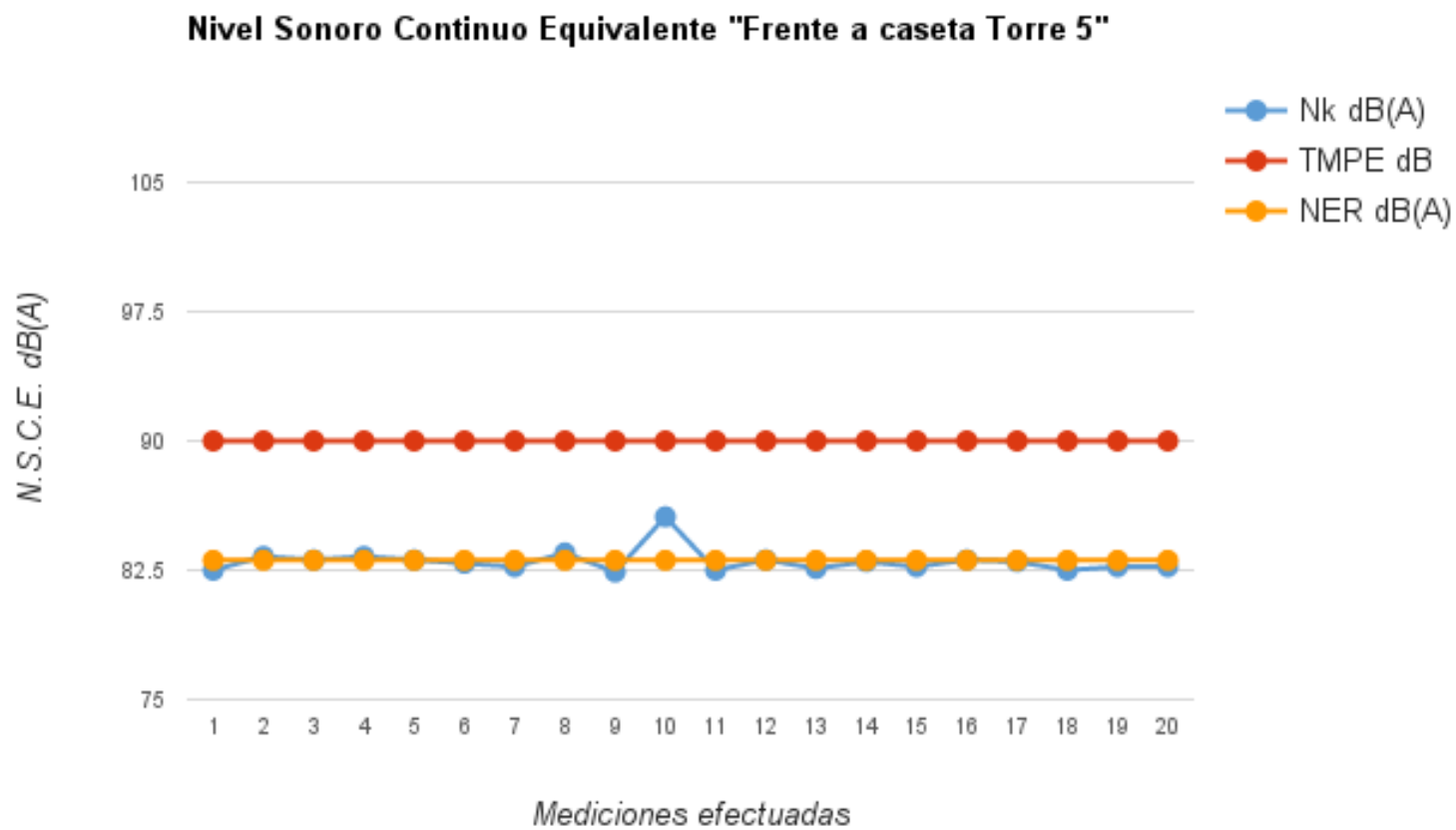


Figura A.2.23. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a caseta Torre 5.

Tabla A.2.24. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Frente a Caseta de Torre No. 3

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	86.3	0.5	0.008	4.27E+08	90	85.9
2	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
3	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	85.9
4	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	85.9
5	86.4	0.5	0.008	4.37E+08	90	85.9
6	85.6	0.5	0.008	3.63E+08	90	85.9
7	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
8	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	85.9
9	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	85.9
10	85.1	0.5	0.008	3.24E+08	90	85.9
11	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
12	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	85.9
13	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
14	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
15	86.1	0.5	0.008	4.07E+08	90	85.9
16	85.5	0.5	0.008	3.55E+08	90	85.9
17	85.8	0.5	0.008	3.80E+08	90	85.9
18	85.7	0.5	0.008	3.72E+08	90	85.9
19	85.9	0.5	0.008	3.89E+08	90	85.9
20	86.2	0.5	0.008	4.17E+08	90	85.9
		SUMA		7.74E+09		
			NSCE	85.9		

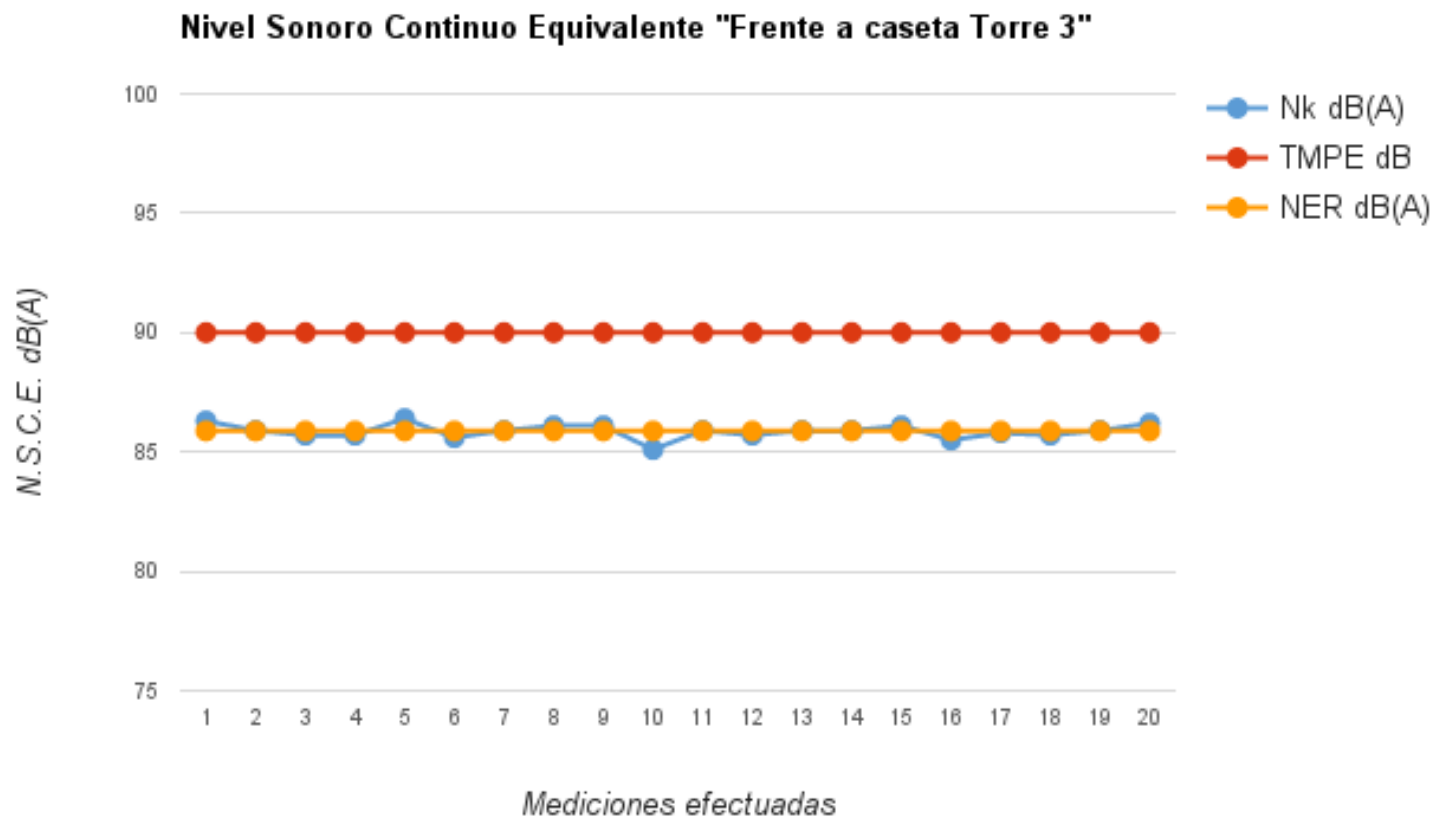


Figura A.2.24. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Frente a caseta Torre 3.

Tabla A.2.25. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Cuarto de Compresores

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	100.6	0.5	0.008	1.15E+10	90	99.2
2	99.6	0.5	0.008	9.12E+09	90	99.2
3	99.1	0.5	0.008	8.13E+09	90	99.2
4	99.1	0.5	0.008	8.13E+09	90	99.2
5	98.4	0.5	0.008	6.92E+09	90	99.2
6	99.3	0.5	0.008	8.51E+09	90	99.2
7	99.9	0.5	0.008	9.77E+09	90	99.2
8	98.7	0.5	0.008	7.41E+09	90	99.2
9	98.4	0.5	0.008	6.92E+09	90	99.2
10	98.4	0.5	0.008	6.92E+09	90	99.2
11	99.3	0.5	0.008	8.51E+09	90	99.2
12	99.9	0.5	0.008	9.77E+09	90	99.2
13	98.8	0.5	0.008	7.59E+09	90	99.2
14	99.3	0.5	0.008	8.51E+09	90	99.2
15	99.9	0.5	0.008	9.77E+09	90	99.2
16	99.5	0.5	0.008	8.91E+09	90	99.2
17	98.7	0.5	0.008	7.41E+09	90	99.2
18	98.6	0.5	0.008	7.24E+09	90	99.2
19	98.7	0.5	0.008	7.41E+09	90	99.2
20	98.4	0.5	0.008	6.92E+09	90	99.2
		SUMA		1.65E+11		
			NSCE	99.2		

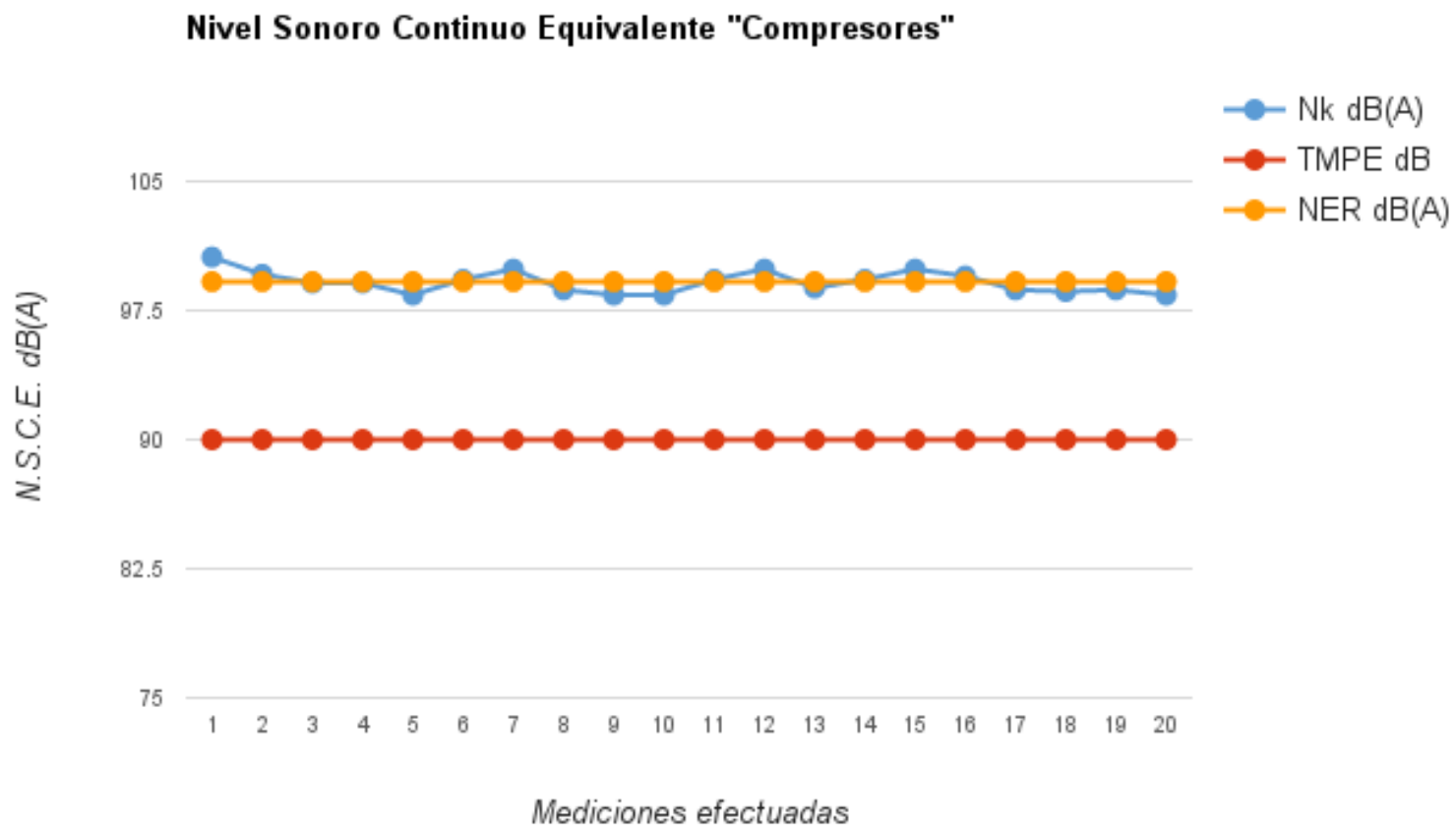


Figura A.2.25. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Compresores.

Tabla A.2.26. Método Matemático citado en la NOM-011-STPS-2001, en su Apéndice B.

PUNTO DE MEDICIÓN: Cuarto de Compresores

NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE: 90 dB(A)

TIPO DE RUIDO EVALUADO: Ruido Estable

NSCE						
Ni	Nk dB(A)	Tiempo		10 ^{Nk/10}	TMPE dB	NER dB(A)
		min.	hr.	10 ^{Nk/10}		
1	101.5	0.5	0.008	1.41E+10	90	101.7
2	99.9	0.5	0.008	9.77E+09	90	101.7
3	99.8	0.5	0.008	9.55E+09	90	101.7
4	100.9	0.5	0.008	1.23E+10	90	101.7
5	102.7	0.5	0.008	1.86E+10	90	101.7
6	102.7	0.5	0.008	1.86E+10	90	101.7
7	101.2	0.5	0.008	1.32E+10	90	101.7
8	99.9	0.5	0.008	9.77E+09	90	101.7
9	103	0.5	0.008	2.00E+10	90	101.7
10	102.1	0.5	0.008	1.62E+10	90	101.7
11	102.7	0.5	0.008	1.86E+10	90	101.7
12	103.4	0.5	0.008	2.19E+10	90	101.7
13	101.5	0.5	0.008	1.41E+10	90	101.7
14	100.5	0.5	0.008	1.12E+10	90	101.7
15	101.5	0.5	0.008	1.41E+10	90	101.7
16	101.3	0.5	0.008	1.35E+10	90	101.7
17	102.1	0.5	0.008	1.62E+10	90	101.7
18	101.3	0.5	0.008	1.35E+10	90	101.7
19	101.9	0.5	0.008	1.55E+10	90	101.7
20	100.9	0.5	0.008	1.23E+10	90	101.7
		SUMA		2.93E+11		
			NSCE	101.7		

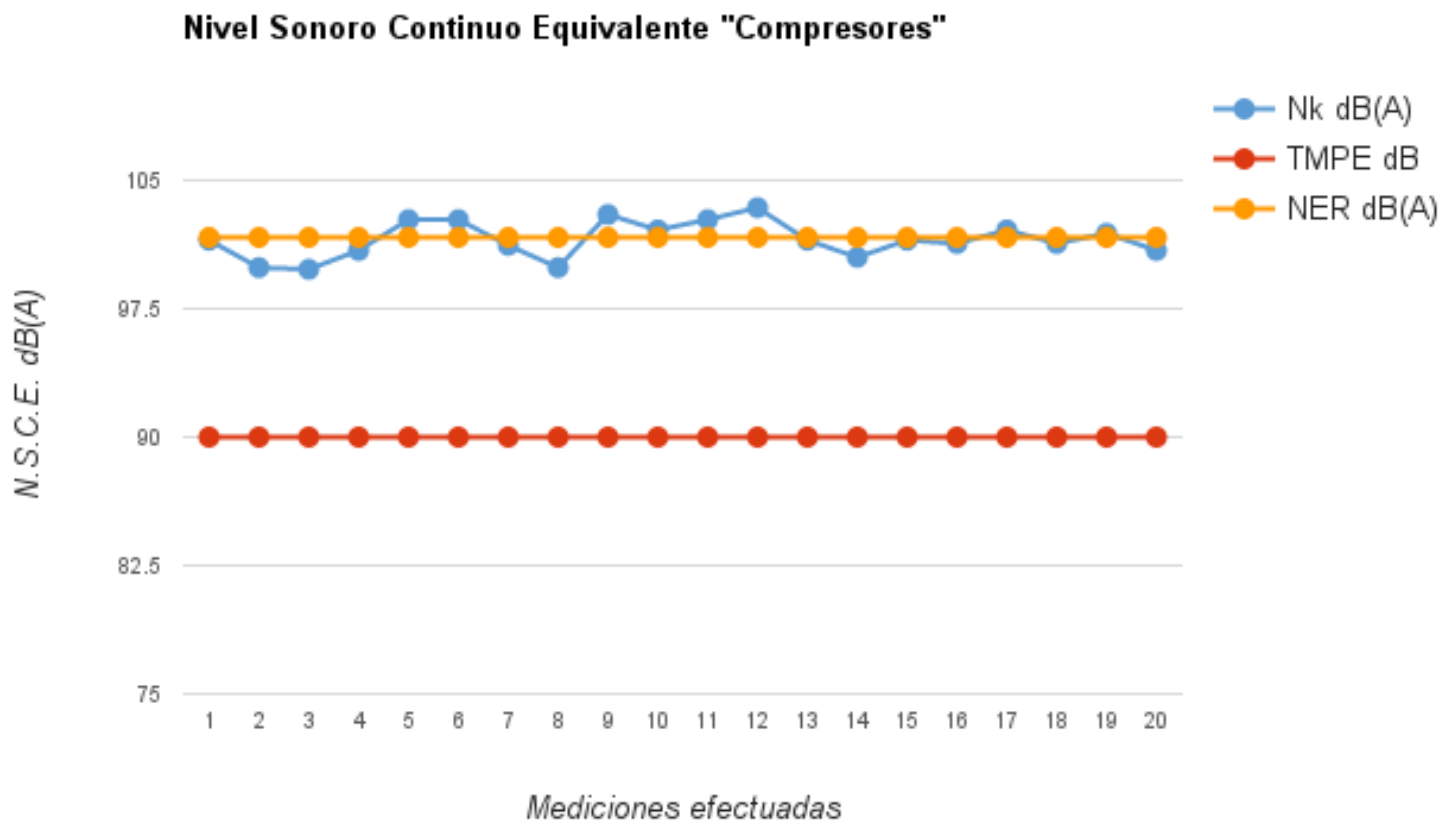


Figura A.2.26. Nivel Sonoro Continuo Equivalente-Compresores.

Bibliografía

1. Becker Paul, Las modificaciones en la fabricación de Sonómetros conforme a IEC 61672, 2002.
2. Beranek L. Leo, Acustics, Editorial Hispano Second Edition, 1954, pág. 498.
3. Castillo Joaquín y Costa Alejandro, Características físicas de materiales absorbentes sonoros porosos, Mayo 2012, Argentina.
4. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, versión electrónica.
5. Harris M. Cyril, Manual para el control del ruido, Instituto de estudios de administración local, Madrid 1977, pág. 762.
6. INSHT, Normativa, 2015.
7. INSHT, Real Decreto 286/2006-Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, 10 de marzo 2006.
8. INSHT, Real Decreto 314/2006-Código Técnico de la Edificación (DB-HR Protección frente al ruido), 17 de marzo 2006.
9. INSHT, Real Decreto 1513/2005- Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, 2005.
10. Kryter D. Karl, The effects of noise on man, Published quarterly by the American speech and hearing association, Edition First, 1950, pág. 96.
11. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, versión electrónica.
12. MAPFRE, Manual de Higiene Industrial, Editorial MAPFRE, Cuarta Edición, Diciembre 1996, Impreso Gráficos Lormo S.A, pág. 460.
13. Miraya Federico, Control de Ruido, Primera Edición, 1999, pág. 487.
14. NAOF-005-AMBT-2013, Condiciones de medición y límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el DF.
15. NIOSH, Pérdida del Oído No.2001-103, 2001, pág 2.
16. Normatividad Francesa
17. Normatividad Portugal
18. Ramazzini Bernardino, De Morbis Artificum Diatriba-Tratado sobre las enfermedades, s. XVIII.
19. SEMARNAT, NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición
20. STPS, Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad en los centros de trabajo donde se genere ruido, 2001, pág 29.
21. OMS, Sordera y Pérdida de la Audición-Nota descriptiva No. 300, Marzo 2015, pág 5.
22. OSHA, OSHA 1910.95, Occupational Noise Exposure.

Glosario

Altas frecuencias: Mayor número de repeticiones en una onda.

Bajas frecuencias: Menor número de repeticiones en una onda.

Centro de trabajo: Lugar en donde se desempeñan las actividades cotidianamente, edificios e instalaciones.

Condiciones normales de operación: Condiciones del proceso cotidianas, las cuales no se alteran con el tiempo, permanecen constantes.

Controles administrativos: Formatos, rotación de turnos, verificaciones oculares de las condiciones del lugar y personal.

Controles ingenieriles: Adecuaciones con materiales, que tienen que ver con conceptos científicos probados.

Controles equipos de protección personal: Dotación de equipo de protección personal, los cuales son certificados y han sido probados, así como avalados por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación), como por ejemplo: tapones auditivos, cascos, conchas auditivas, etc.

Compresión: Efecto de mayor presión al propagarse una vibración acústica.

Diagnóstico situacional: Análisis de las áreas del proceso, la principal fuente de estudio, donde se corroboran las áreas de oportunidad.

Dilatación: Cambio de volumen o la extensión en la propagación de una vibración acústica.

Dosis de ruido: Es el porcentaje de ruido a la que una persona puede estar expuesta durante un rango determinado de tiempo.

Equipo de protección auditiva: Protección al individuo encargada de atenuar los niveles de ruido, hechos de materiales especiales, por ejemplo: Conchas auditivas, tapones auditivos, entre otras.

Espacio: Medio físico el cual se caracteriza por tener masa, pueden situarse cuerpos o movimiento.

Factor de reducción (NRR): Es el nivel de reducción a ruido establecido por el fabricante.

Fuente emisora: Equipo o maquinaria que produce altos niveles de ruido por su estructura y función en el proceso.

Fuentes fijas: Aquellas que emiten un sonido pero se encuentran en un solo lugar.

Fuentes móviles: Aquellas que emiten un sonido y no se encuentran en un lugar específico.

Límites máximos permisibles: 90 dB marcado por la normatividad mexicana, son valores tope que puede soportar el aparato auditivo ante una exposición, esto dependerá del área de trabajo y del tiempo.

Materiales absorbentes acústicos: Materiales especiales que por sus características fisicoquímicas tales como porosidad tienen la capacidad de absorber, sus intersticios pueden disipar el ruido.

Medio elástico: Medio como el aire por el cual puede propagarse una onda.

NER: Nivel de exposición de ruido, es el nivel sonoro A promedio el cual se refiere a una jornada laboral normal de 8 horas.

NS_A: Nivel sonoro A, este es la red de ponderación, nivel de presión acústica.

Oscilar: La oscilación corresponde a un movimiento periódico, es decir, secuencial de varias ondas sonoras.

Pérdida de audición incapacitante: Cuando un individuo por la exposición el daño es irreversible.

Personal ocupacionalmente expuesto (POE): Es el personal que se encuentra expuesto en una jornada laboral de 8 horas.

Prevención primaria: La prevención primaria procura tomar acciones inmediatas para que aquello indeseable ocurrido no se vuelva a suscitar.

Reconocimiento sensorial: Actividad previa a la medición, la cual comprende la recavación de información primordial que describe el entorno de una forma confiable, esto se hace de acuerdo al sentido auditivo.

Ruido ambiental: Sonido que puede ser emitido por equipo o maquinaria involucrada en el proceso productivo, también comprende el ruido de fondo proveniente de fuentes externas.

Superficies reflectantes: Aquellas en donde chocan las ondas sonoras y se emiten en distintos sentidos.

Sonidos graves: Aquellos de baja frecuencia.

Sonidos agudos: Aquellos de alta frecuencia.

Sonómetro: Equipo utilizado para medir el nivel de ruido.

Sonómetro personal-dosímetro personal: Equipo para medir los niveles de ruido, colocado en específico a las personas y miden la dosis de decibelios a los cuales están expuestos en el desarrollo de sus actividades cotidianas.

Tiempo de exposición: Medido en minutos o segundos a los cuales los trabajadores están en sus actividades cotidianas expuestos a niveles altos de ruido, mayores a 85 dB.

TMPE: Tiempo máximo permisible de exposición, tiempo al cual se encuentran realizando sus actividades cotidianas a la cual pueden estar las personas sin sufrir algún daño.

Vibraciones acústicas: Propagación de ondas producidas por maquinaria y equipo a través de un medio sólido, líquido y gaseoso.

Vibración: Propagación de ondas en un medio sólido, que puede transmitirse a través del sistema óseo y auditivo cuando existe personal ocupacionalmente expuesto.