

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES

INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- *Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes fijas de ruido (FFR).*
- *Los niveles máximos de emisión de ruido emitido al medio ambiente por fuentes móviles de ruido (FMR).*
- *Los métodos y procedimientos destinados a la determinación del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR.*

1 OBJETO

La presente norma tiene por objeto el preservar la salud y bienestar de las personas y del medio ambiente en general, mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR.

Están sujetos a las disposiciones de esta norma todas las FFR y FMR, públicos o privados, salvo las siguientes exclusiones:

- *La exposición a la contaminación acústica producida en los ambientes laborales, se sujetará al Código de Trabajo y reglamentación correspondiente.*
- Las aeronaves se regirán a las normas establecidas por la Dirección General de Aviación Civil y los convenios y tratados internacionales ratificados.
- *Otros determinados por la Autoridad Ambiental Nacional.*

2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran varias definiciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 1996-1:2009, y otras que a continuación se indican:

2.1 Definiciones generales

2.1.1 Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión sonora en esta norma.

2.1.2 Puntos Críticos de Afectación (PCA)

Sitios o lugares, cercanos a una FFR, ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc) que requieren de condiciones de tranquilidad y serenidad.

La definición de cercano en esta norma no se refiere a una distancia en metros, sino se refiere a los sitios o lugares en los cuales se escucha el ruido proveniente de una FFR.

2.1.3 Horarios

Para efectos de aplicación de esta norma, se establecen los siguientes periodos:

DIURNO: De las 07:01 a las 21:00 horas

NOCTURNO: De las 21:01 a las 07:00 horas

2.1.4 Generadores de Electricidad de Emergencia

Para propósitos de esta norma, el término designa al conjunto mecánico de un motor de combustión interna y un generador de electricidad, instalados en una ubicación fija o que puedan ser transportados e instalados en un lugar específico, y que es empleado para la generación de energía eléctrica de emergencia en instalaciones tales como edificios de oficinas y/o de apartamentos, centros comerciales, hospitales, clínicas, industrias, etc.

2.2 Fuentes

2.2.1 Fuente Emisora de Ruido (FER)

Toda actividad, operación o proceso que genere o pueda generar emisiones de ruido al ambiente, incluyendo ruido proveniente de seres vivos.

2.2.2 Fuente Fija de Ruido (FFR)

Para esta norma, la fuente fija de ruido se considera a una fuente emisora de ruido o a un conjunto de fuentes emisoras de ruido situadas dentro de los límites físicos y legales de un predio ubicado en un lugar fijo o determinado. Ejemplo de estas fuentes son: metal mecánicas, lavaderos de carros, fabricas, terminales de buses, discotecas, etc.

2.2.3 Fuente Móvil de Ruido (FMR)

Para efectos de la presente norma, se entiende como fuentes móviles de ruido a todo vehículo motorizado que pueda emitir ruido al medio ambiente. Si una FMR se encontrase dentro de los límites de una FFR será considerada como una FER perteneciente a esta última.

2.3 Niveles

2.3.1 Nivel de Presión Sonora (L o NPS)

Diez veces el logaritmo decimal del cuadrado del cociente de una presión sonora

cuadrática determinada y la presión acústica de referencia, que se obtiene con una ponderación frecuencial y una ponderación temporal normalizadas.

Para efectos de la presente norma la ponderación a usarse será la A o C según el caso y, constante del tiempo LENTO o IMPULSIVO según el caso.

2.3.2 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (Leq)

Diez veces el logaritmo decimal del cuadrado del cociente de una presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión acústica de referencia, que se obtiene con una ponderación frecuencial normalizada.

2.4 Definiciones de tipo de ruido

2.4.1 Ruido Específico

Es el ruido generado y emitido por una FFR o una FMR. Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma a través del LK_{eq} (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido). Ver Anexos 2 y 3.

2.4.2 Ruido Residual

Es el ruido que existe en el ambiente donde se lleva a cabo la medición en ausencia del ruido específico en el momento de la medición.

2.4.3 Ruido Total

Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual.

2.4.4 Ruido Impulsivo

Ruido caracterizado por breves incrementos importantes de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1s.

2.5 Usos del suelo

Ver Anexo 1

3 CONSIDERACIONES GENERALES

- a) La Autoridad ambiental competente podrá practicar las visitas, inspecciones, mediciones y comprobaciones que sean necesarias para verificar el adecuado cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta norma. El costo que ocasione la realización de inspecciones, visitas o mediciones correrá a cargo de los responsables de las actividades que generan las emisiones.

ANEXO 5 NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

- b) El Plan de Relaciones Comunitarias del plan de manejo ambiental, debe considerar encuestas de percepción y perturbación por ruido.
- c) Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental competente los resultados de los monitoreos correspondientes a sus emisiones de ruido de acuerdo a lo establecido en su plan de manejo ambiental aprobado al menos una vez al año.
- d) Para la aprobación de estudios ambientales de aquellas actividades que involucren FER se tomará en cuenta la evaluación ambiental de ruido y las medidas de control de ruido propuestas para mitigar su impacto.
- e) El regulado deberá demostrar documentada y técnicamente la eficacia de las medidas de control de ruido propuestas cuando estas fueran requeridas.
- f) En proyectos que involucren la ubicación, construcción y operación de aeródromos públicos o privados deberán ajustarse a la Norma de Ruido de Aeropuertos, el promotor del proyecto proveerá a la Entidad Ambiental de Control el debido estudio de impacto ambiental, el cual requerirá demostrar las técnicas u operativas a implementarse a fin de alcanzar el cumplimiento con la presente norma para niveles de ruido.
- g) Los GAD Municipales deben controlar el uso de alarmas en vehículos y edificaciones, así como el uso de bocinas, campanas, sistemas de amplificación de sonido, sirenas o artefactos similares.
- h) Los GAD Municipales en función del grado de cumplimiento de esta norma podrá señalar zonas de restricción temporal o permanente de ruido, con el objetivo de mejorar la calidad ambiental
- i) Los GAD Municipales regularán el uso de sistemas de altavoces fijos o en vehículos, con fines de promocionar la venta o adquisición de cualquier producto.
- j) Los GAD Municipales podrán autorizar, por razones de interés general o de especial significación ciudadana o con motivo de la organización de actos con especial proyección oficial, cultural, religiosa o de naturaleza análoga, la modificación o suspensión con carácter temporal de los niveles establecidos en la Tabla 1.
- k) Los GAD Municipales establecerán los mecanismos necesarios para regular la instalación y funcionamiento de circos, ferias y juegos mecánicos o cualquier otro tipo de FFR que pudiese ser considerada como de "permanencia temporal" en sitios colindantes a establecimientos de salud, guarderías, centros educacionales, bibliotecas, lugares de culto o PCA.
- l) Las FFR de uso emergente no requieren presentar informes periódicos de auto monitoreo de ruido, no obstante deberán contar con medidas de insonorización que les permita cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la presente norma y llevar un registro periódico de mantenimiento.
- m) Los Laboratorios que realicen evaluaciones de ruido deben estar acreditados ante el Organismo Oficial de Acreditación y desarrollar estas actividades con personal competente.

4 NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR Y FMR

4.1 Niveles máximos de emisión de ruido para FFR

4.1.1 El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, **LK_{eq}** en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 1, de acuerdo al uso del suelo en que se encuentre.

Tabla 1: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (LK_{eq}) PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	LK _{eq} (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LK _{eq} más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 LK _{eq} para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LK _{eq} para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

ANEXO 5 NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

4.1.2 El Anexo 1 define los usos de suelo, que son utilizados en esta norma como referencia para establecer los niveles máximos de ruido (L_{Keq}) para FFR.

4.1.3 La FFR deberá cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido en los puntos de medición determinados para la evaluación (Ver 5.2.1), para lo cual deberá obtener de la administración municipal correspondiente, el certificado que indique el uso de suelo específico en la que se encuentren ubicado.

4.1.4 En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos o inexistencia de la definición del uso de suelo, será la Autoridad ambiental competente la que determine el nivel máximo de emisión de la FFR a ser evaluada en función de los PCA. Si aún la Autoridad ambiental competente no pudiese determinar el nivel máximo de emisión, se deberá aplicar como criterio el objetivo de esta norma el cual es el preservar la salud y bienestar de las personas y del ambiente.

4.1.5 Es obligación de la FFR en usos de suelo PE y RN realizar un estudio del nivel de ruido ambiental existente en la zona. Este estudio debe establecer los niveles de ruido ambiental natural típicos (sin lluvias u otro ruido dominante ajeno al que existe naturalmente) para los periodos diurno y nocturno establecidos en esta norma.

4.2 Niveles máximos de emisión de ruido para FMR

4.2.1 El nivel máximo de emisión de ruido emitido por FMR, expresado en dB(A) no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 2.

4.2.2 El control de los niveles de ruido permitidos para los automotores se realizará en los centros de revisión y control vehicular de los GAD Municipales y en la vía pública.

Tabla 2: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN PARA FUENTES MÓVILES DE RUIDO

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
	De hasta 200 c.c	80
Motocicletas	Entre 200 y 500 c.c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas	81

ANEXO 5 NIVELES MAXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
	Peso máximo hasta 3,5 toneladas.	81
Vehículo de Carga:	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas.	88

5 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO PRODUCIDOS POR UNA FFR

5.1 De la evaluación ambiental base de ruido

5.1.1 La evaluación ambiental base de ruido tiene por objeto identificar las fuentes emisoras de ruido, los niveles de presión sonora más altos en el perímetro de la FFR y los PCA que pudiesen ser afectados por esta.

5.1.2 Esta evaluación deberá determinar toda actividad, operación o proceso que conlleve emisión de ruido y que se constituya como fuente emisora de ruido (FER), así como su contribución en tiempo y nivel al ruido emitido por la FFR.

5.1.3 Se deberá identificar los lugares, en el perímetro de la FFR, donde se emiten los niveles de ruido más alto, así como los PCA cercanos.

5.1.4 Se debe levantar y reportar como mínimo la siguiente información:

- *NPS y donde estos son más altos en el perímetro de la FFR.*
- *FER.*
- *El uso de suelo donde se encuentra la FFR.*
- *PCA.*
- *Los usos de suelo colindantes, de ser el caso o de requerirse.*
- *Identificación de fuentes de ruido que contribuyen al ruido residual.*

Para cada una de las FER de la FFR:

- *Descripción del proceso y de su simultaneidad con otros procesos.*

ANEXO 5 NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

- *Equipos o maquinaria involucrada.*
- *Periodos temporales de operación.*
- *Puntos de potencial afectación correspondientes.*
- *Emisión de ruidos impulsivos o con contenido importante de bajas frecuencias.*
- *Otros que sean relevantes.*

Otros:

- *Mapa de la FFR con la ubicación de las FER observadas.*
- *Mapa de ubicación de los eventuales lugares de afectación y de las FFR ajenas en el entorno.*

5.1.5 Los puntos críticos de afectación serán definidos por el sujeto de control dentro de sus estudios ambientales (EsIA, Ficha Ambiental, PMA, AAc, etc.), y podrán ser modificados justificadamente por la Autoridad ambiental competente cuando lo considerase.

5.2 Metodología para la medición, cuantificación y determinación del nivel del ruido para FFR.

5.2.1 Puntos de Medición

Para efectos de esta norma la medición del ruido específico de una FFR se realizará:

- *En los puntos críticos de afectación (PCA) determinados en: la evaluación ambiental base de ruido y estudios ambientales, o aquellos determinados por la Autoridad ambiental competente.*
- *En sitios y momentos donde la FFR emita los NPS más altos en el perímetro exterior (fuera del lindero).*

5.2.2 Número Mínimo De Puntos De Medición

No se fija un número mínimo de puntos de medición, sin embargo se recomienda que el número mínimo de puntos de medición se los determine a través de los siguientes criterios:

- *Tomando en cuenta los PCA cercanos a la FFR.*
- *Tomando en cuenta los NPS más altos emitidos por la FFR en su perímetro exterior.*

5.2.3 Determinación De Los Sitios Donde Se Debe Llevar A Cabo La Medición

5.2.3.1. Sitios donde existen PCA cercanos

Estos sitios serán determinados a través de la evaluación ambiental base de ruido realizada por los sujetos de control dentro de la línea base o diagnóstico ambiental.

De no existir la evaluación ambiental base se deberá realizar un sondeo del nivel de ruido específico en el perímetro exterior de la FFR y se definirán los puntos de medición en base a los criterios del numeral 5.2.1.

5.2.3.2. Sitios donde la emisión de ruido de la FFR es más alta

Estos sitios serán determinados a través de la evaluación ambiental base de ruido realizada por los sujetos de control dentro de la línea base o diagnóstico ambiental de la actividad o proyecto a ejecutarse.

De no existir la evaluación ambiental base se deberá realizar un sondeo del nivel de ruido específico en el perímetro exterior de la FFR y se definirán los puntos de medición en base a los criterios del numeral 5.2.1.

5.2.4 Criterios Acerca Del Punto De Medición

Se determinará el punto de medición considerando el sitio/punto donde el ruido específico es más alto, por fuera del perímetro, límites físicos, linderos o líneas de fábrica de la FFR.

Se deberá tomar en consideración la topografía del medio y la ubicación del PCA.

La medición debe ser realizada en el punto determinado y el evaluador deberá minimizar el efecto de superficies que reflejen el sonido. Por lo menos a una distancia de 3 metros de una superficie reflectante.

5.2.5 Momentos En Los Que Se Debe Llevar A Cabo La Medición

El personal de evaluación es responsable de efectuar la medición en el (los) momento(s) en los cuales la FFR emite los NPS más altos para cada punto de evaluación, en condiciones normales de funcionamiento.

5.2.6 Requisitos De Los Equipos De Medición

Las evaluaciones deben realizarse utilizando sonómetros integradores clase 1 o clase 2, de acuerdo a la Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61672-1:2002, o cualquiera que la sustituya.

Para verificar el correcto funcionamiento del sonómetro durante las mediciones, se utilizará un calibrador acústico que sea apropiado para el sonómetro. Se medirá el NPS del calibrador con el sonómetro antes y después de la medición, estos NPS deben constar en el informe de mediciones. El sonómetro podrá ser usado para la medición solo si el NPS medido con el calibrador tiene una desviación máxima acorde al criterio del Servicio de Acreditación Ecuatoriano o el que lo reemplace.

Los equipos de medición de ruido y sus componentes deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento y poseer los debidos certificados de calibración, emitidos por un laboratorio competente. Se recomienda que los certificados de calibración de los

calibradores acústicos sean renovados cada año calendario y el de los sonómetros cada dos. No se permitirá la realización de mediciones con instrumentos cuyos certificados de calibración hayan caducado.

5.2.7 Condiciones Ambientales Durante La Medición

Las mediciones no deben efectuarse en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc.

El micrófono debe ser protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones.

Las mediciones deben llevarse a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

5.2.8 Ubicación del Sonómetro

El sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode y ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal. Durante la medición el operador debe estar alejado del equipo, al menos 1 metro.

5.2.9 Ruido Residual en el Momento de la Medición

Durante la medición, el ruido residual debe ser tal que influya de manera mínima en el ruido total, es decir que la contribución del ruido específico de la FFR en el ruido total sea máxima.

5.3 Metodología para determinar los niveles del ruido específico y el L_{keq}

5.3.1 Métodos para la toma de muestras de ruido y determinación de L_{keq}

Para la medición de ruido total y residual esta norma contempla el uso de dos métodos que pueden ser usados según el caso lo requiera.

5.3.1.1. Método de 15 segundos (L_{eq} 15s)

En este método se tomarán y reportarán un mínimo de 5 muestras, de 15 segundos cada una.

5.3.1.2. Método de 5 segundos (L_{eq} 5s)

En este método se tomarán y reportarán un mínimo de 10 muestras, de 5 segundos cada una.

5.3.2 Consideraciones para el muestreo

Se utilizará el mismo método (Leq 15s o Leq 5s) para medir el ruido total y el residual.

La serie de muestras reportadas se considerará válida, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos en ella, sea menor o igual a 4 dB.

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se reportarán: el NPS mínimo (L_{Amin}) y el NPS máximo (L_{Amax}) medidos de cada muestra.

Se escogerá el método del numeral 5.3.1.1 o 5.3.1.2 de acuerdo al caso específico de análisis.

5.3.3 Protocolo de medición y determinación del L_{keq}

5.3.3.1. Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico sin características impulsivas y sin contenido energético alto en frecuencias bajas.

La metodología de medición para este caso se encuentra detallada en el Anexo 3.1: Flujo 01.

5.3.3.2. Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico sin características impulsivas y con contenido energético alto en frecuencias bajas.

La metodología de medición para este caso se encuentra detallada Anexo 3.2: Flujo 02.

5.3.3.3. Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico con características impulsivas y sin contenido energético alto en frecuencias bajas.

La metodología de medición para este caso se encuentra detallada en Anexo 3.3: Flujo 03.

5.3.3.4. Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico con características impulsivas y con contenido energético alto en frecuencias bajas.

La metodología de medición para este caso se encuentra detallada Anexo 3.4: Flujo 04.

5.3.4 Determinación de los niveles de los ruidos específicos ((L_e, L_{le} y L_{Ce}))

El nivel de ruido específico se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ruido específico} = \text{Ruido Total} - K$$

Dónde:

K = corrección por ruido residual, según el caso. K puede ser: K_r, K_{ri} o K_{rc} (Ver anexos 3.1 a 3.4 y Anexo 2)

El término de corrección debido a la contribución por ruido residual (K), se lo determina para todos los casos de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$K = -10 \log (1 - 10^{-0.1\Delta L})$$

Dónde:

ΔL = Ruido total promedio – Ruido residual promedio

ΔL puede ser:

$\Delta L_r = LA_{eq,tp} - LA_{eq,rp}$ (ΔL_r se utiliza para calcular K_r)

$\Delta L_c = LC_{eq,tp} - LC_{eq,rp}$ (ΔL_c se utiliza para calcular K_c)

$\Delta L_i = LA_{eq,tp} - LA_{eq,rp}$ (ΔL_i se utiliza para calcular K_i)

Para todos los casos, el valor de diferencia de nivel (ΔL) es válido solo si este es igual o mayor a 3 dB. Si la diferencia de nivel ΔL_r es inferior a 3dB se deberá tomar en cuenta el literal 5.3.4.1. Si ΔL_c y/o ΔL_i son menores que 3 dB no se calculará K_i y/o K_c .

Para calcular las correcciones K_{imp} y K_{bf} se requiere conocer el Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente del ruido específico medido con ponderación A (L_e), si no se puede determinar el L_e mediante mediciones los valores para L_{ie} y L_{Ce} se descartan.

Los valores reportados siempre deben presentarse en números enteros. En caso de obtener valores decimales, deben redondearse.

5.3.4.1. Casos para cuando se requiere el criterio de la Autoridad ambiental competente

- Cuando la diferencia aritmética entre el ruido total y el ruido residual del caso ΔL_r sea menor a tres decibels, será necesario efectuar la medición bajo condiciones de menor ruido residual. Si bajo condiciones de menor ruido residual posible, persiste la diferencia, se considerará que no existen las condiciones para llevar a cabo mediciones que permitan cuantificar el L_{Keq} de la fuente. En estos casos, la Autoridad ambiental competente -previo análisis técnico- deberá determinar si existe incumplimiento por parte de la FFR.
- Si el ruido específico de la FFR es más bajo que el ruido residual existente en el ambiente en horas normales de funcionamiento, el criterio que se debería aplicar es que la FFR debe cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido según el uso de suelo.
- Si el ruido de la FFR no es audible en el perímetro exterior de la FFR, aun en condiciones de ruido residual bajo, la Autoridad ambiental competente en estos casos, previo análisis técnico, deberá determinar si existe incumplimiento por parte de la FFR.
- Cuando la FFR no pueda apagar las FER sujetas a evaluación imposibilitando medir el ruido residual, y si el ruido de estas son audibles, no se aplicará corrección por ruido residual, es decir $K=0$. En este caso el ruido total promedio será el reportado como L_{Keq} .

Cuando el ruido específico ($LA_{eq,tp}$) es más alto que el ruido residual ($LA_{eq,rp}$), la corrección K_r da una reducción máxima de tres decibels del ruido total. En estos casos la FFR puede aceptar que el ruido total es el ruido específico y de esa manera evitar realizar mediciones de ruido residual.

5.3.4.2. Información mínima a reportarse

Ver Anexo 5

6 MEDICIÓN DE RUIDO PARA FMR

6.1 Determinación de niveles de emisión de ruido emitido por FMR

6.1.1 La determinación de los niveles de emisión de ruido se realizará de acuerdo a los procedimientos establecidos en la norma ISO 5130:2007, o su equivalente

6.1.2 Las mediciones se efectuarán con el vehículo estacionado, a su temperatura normal de funcionamiento, y acelerado a $\frac{3}{4}$ de su capacidad.

6.1.3 En la medición se utilizará un sonómetro normalizado, previamente calibrado, con filtro de ponderación A y en respuesta "Fast". Los sonómetros a utilizarse deberán cumplir con los requerimientos señalados por la norma IEC 61672 o su equivalente para la Clase 1.

6.1.4 El micrófono del sonómetro se ubicará a una distancia de 0,5 m del tubo de escape del vehículo siendo ensayado, y a una altura correspondiente a la salida del tubo de escape, pero que en ningún caso será inferior a 0,2 m. (Figura 1a) El micrófono será colocado de manera tal que forme un ángulo de 45 grados con el plano vertical que contiene la salida de los gases de escape. (Figura 1b)

6.1.5 En el caso de vehículos con descarga vertical de gases de escape, el micrófono se situará a la altura del orificio de escape, orientado hacia lo alto y manteniendo su eje vertical, y a 0,5 m de la pared más cercana del vehículo (Figura 1c).

ANEXO 5 NIVELES MAXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

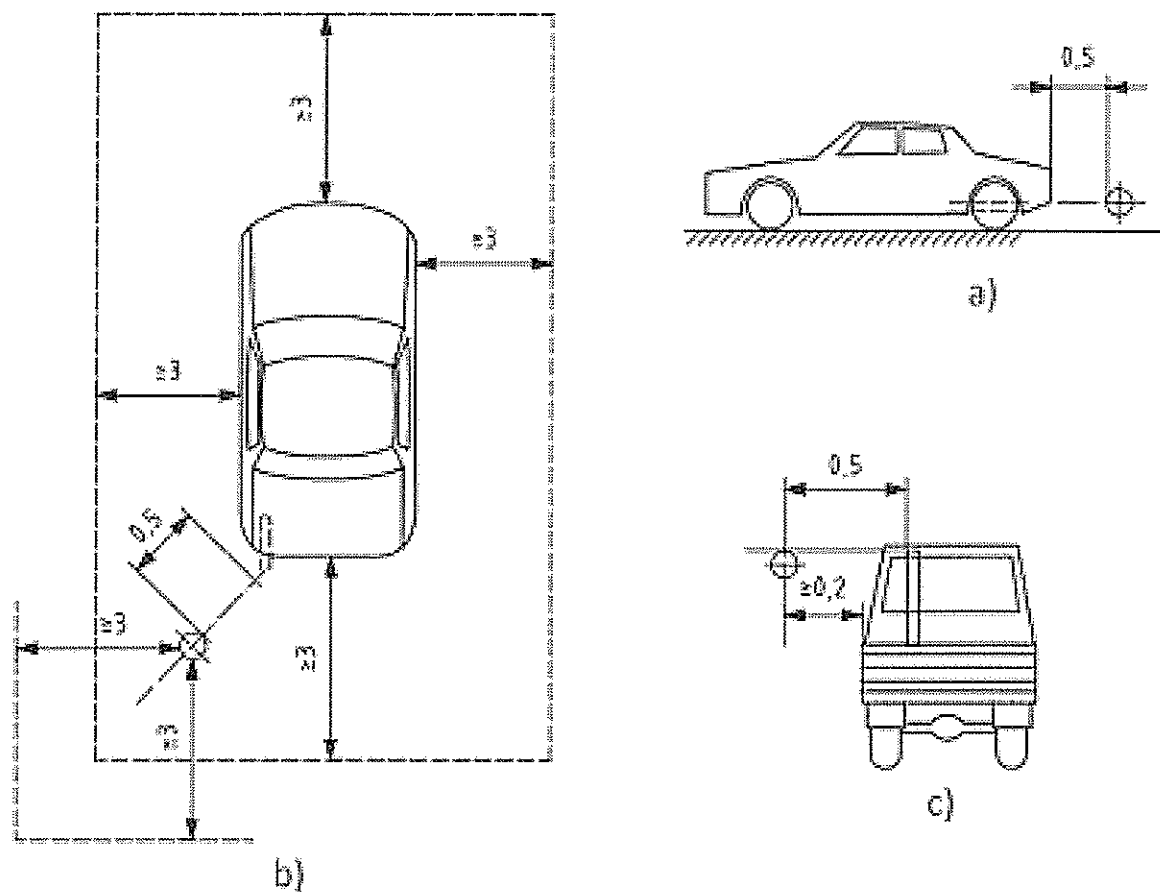


Figura 1: MEDICIÓN DE RUIDO PARA FMR

Fuente: ISO 5130:2007

7 DE LOS MAPAS DE RUIDO

7.1.1 Corresponde a los GAD Municipales con una población mayor o igual a 250.000 habitantes elaborar mapas de ruido ambiental como una herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica y la planificación territorial.

7.1.2 En aquellos casos en que la gestión ambiental lo requiera, la Autoridad Ambiental Nacional podrá requerir la elaboración de mapas de ruido en poblaciones menores a 250.000 habitantes.

7.1.3 En la primera etapa de elaboración de mapas de ruido ambiental se detallará solo el ruido de las principales vías donde se generan altos niveles de ruido debido a vehículos automotores.

7.1.4 Para la elaboración de los mapas de ruido ambiental, en la primera etapa, los GAD Municipales disponen de cuatro años a partir de la publicación de la presente norma. Para el cumplimiento de este artículo la Autoridad Ambiental Nacional solicitará la presentación de avances periódicos relacionados con la elaboración de los mapas de ruido.

7.1.5 La elaboración de los mapas debe concentrarse en zonas donde el ruido tenga o pueda tener una afectación negativa en sitios considerados como críticos (especialmente en lugares de asentamientos humanos).

7.1.6 Los mapas de ruido ambiental serán elaborados utilizando técnicas y procedimientos apropiados. Estos serán aprobados por el Autoridad Ambiental Nacional durante el seguimiento que llevara a cabo.

7.1.7 Los mapas de niveles sonoros deberán elaborarse con la representación de curvas isofónicas que delimiten los siguientes rangos: <50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, 75-80, >80, en dB (A); estos valores de isófonas serán obtenidos para el periodo diurno y nocturno.

ANEXO 1

Título: Usos del suelo

Uso de suelo se define como el destino asignado a los predios en relación con las actividades a ser desarrolladas en ellos. Estos deben acatarse a lo que disponga el instrumento de planificación territorial pertinente, el cual debe fijar los parámetros, regulaciones y normas específicas para el uso, ocupación, edificación y habilitación del suelo en el territorio en el que este rige.

Este anexo define los usos de suelo que son utilizados en esta norma como referencia para establecer los niveles máximos de emisión de ruido (L_{Keq}) para FFR.

Las Autoridades ambientales competentes deben utilizar estas definiciones en conjunto con la Tabla 1 como guías para determinar los niveles L_{Keq} en cada uno de los usos de suelo existentes en su territorio.

Uso Residencial (R1)

Es aquel que tiene como destino principal la vivienda humana permanente. Los usos compatibles, actividades complementarias y condicionadas a este uso deberán cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido para este uso de suelo.

El nivel máximo de emisión para uso residencial también aplica al uso de suelo destinado a resguardar el patrimonio cultural, el cual se refiere al suelo ocupado por áreas, elementos o edificaciones que forman parte del legado histórico o con un valor patrimonial que requieren preservarse y recuperarse.

Uso Industrial (ID)

Es aquel que tiene como destino actividades de elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de insumos en general para producir bienes o productos materiales.

El suelo industrial se clasifica en: industrial 1, industrial 2, industrial 3 e industrial 4.

Industrial 1 (ID1)

Comprende los establecimientos industriales y actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al medio ambiente, son considerados no significativos.

Industrial 2 (ID2)

Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al medio ambiente, son considerados de bajo impacto.

AJ.

Industrial 3 (ID3)

Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al medio ambiente, son considerados de mediano impacto.

Industrial 4 (ID4)

Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al medio ambiente, son consideradas de alto impacto y/o riesgo ambiental.

Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)

Destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios relacionados a la satisfacción de las necesidades de desarrollo social de los ciudadanos tales como: salud, educación, cultura, bienestar social, recreación y deporte, religioso, etc.

Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)

Destinado a actividades de carácter de gestión y los destinados al mantenimiento del territorio y sus estructuras, tales como: seguridad ciudadana, servicios de la administración pública, servicios funerarios, transporte, instalaciones de infraestructura, etc.

Uso Comercio (CM)

Es el destinado a actividades de intercambio de bienes y servicios en diferentes escalas y coberturas.

Por su naturaleza y su radio de influencia se los puede integrar en: comercial y de servicio barrial, comercial y de servicio sectorial, comercial y de servicios zonal, comercial y de servicios de ciudad.

Uso Agrícola Residencial (AR)

Corresponde a aquellas áreas y asentamientos humanos concentrados o dispersos, vinculados con las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, piscícolas, etc.

Uso Protección Ecológica (PE)

Corresponde a las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, al Sistema Nacional de Bosques Protectores, a los manglares, los humedales, páramos, etc.

Uso Recursos Naturales (RN)

Corresponde a aquellas áreas destinadas al manejo, extracción y transformación de recursos naturales renovables y no renovables.

Uso Múltiple (MT)

Es el que está compuesto por dos o más usos de suelo.

ANEXO 2

Título: Definiciones de acrónimos utilizados en los flujos 01, 02, 03 y 04

Ponderaciones

A = ponderación A

C = ponderación C

I = ponderación de tiempo Impulsivo

Tipos de Ruido

t = total

r = residual

e = específico

General

L = nivel de presión sonora

eq = equivalente

p = promedio de las muestras Leq (promedio logarítmico)

$$LeqPromedio = 10 \log \left[\frac{1}{n_i} * \left(10^{0.1 Leq_{n_1}} + 10^{0.1 Leq_{n_2}} + \dots + 10^{0.1 Leq_{n_i}} \right) \right]$$

Leq para Ruido Total

L_{Aeq,t} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A del ruido total.

L_{Ceq,t} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación C del ruido total.

L_{Aleq,t} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A y ponderación temporal normalizada IMPULSIVO del ruido total.

L_{Aeq,tp} = Promedio de las muestras L_{Aeq,t}.

L_{Ceq,tp} = Promedio de las muestras L_{Ceq,t}.

L_{Aleq,tp} = Promedio de las muestras L_{Aleq,t}.

Leq para Ruido Residual

L_{Aeq,r} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A del ruido residual.

L_{Ceq,r} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación C del ruido residual.

L_{Aleq,r} = Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A y con ponderación temporal normalizada IMPULSIVO del ruido residual.

L_{Aeq,rp} = Promedio de las muestras L_{Aeq,r}.

L_{Ceq,rp} = Promedio de las muestras L_{Ceq,r}.

L_{Aleq,rp} = Promedio de las muestras L_{Aleq,r}.

Leq para Ruido Especifico

Le = Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente del ruido específico medido con ponderación A.

Lle = Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente del ruido específico medido con ponderación de tiempo IMPULSIVO.

LCe = Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente del ruido específico medido con ponderación C.

Correcciones

Kimp = Corrección en dB que se da al ruido específico (Le) si este tiene características impulsivas, ver Anexo 3.3.

Kbf = Corrección en dB que se da al ruido específico (Le) cuando este tiene un contenido energético alto en frecuencias bajas, ver Anexo 3.2.

Kr = Corrección por ruido residual para el caso de mediciones del LAeq.

Kri = Corrección por ruido residual para el caso de mediciones de LAeq.

Krc = Corrección por ruido residual para el caso de mediciones de LCeq.

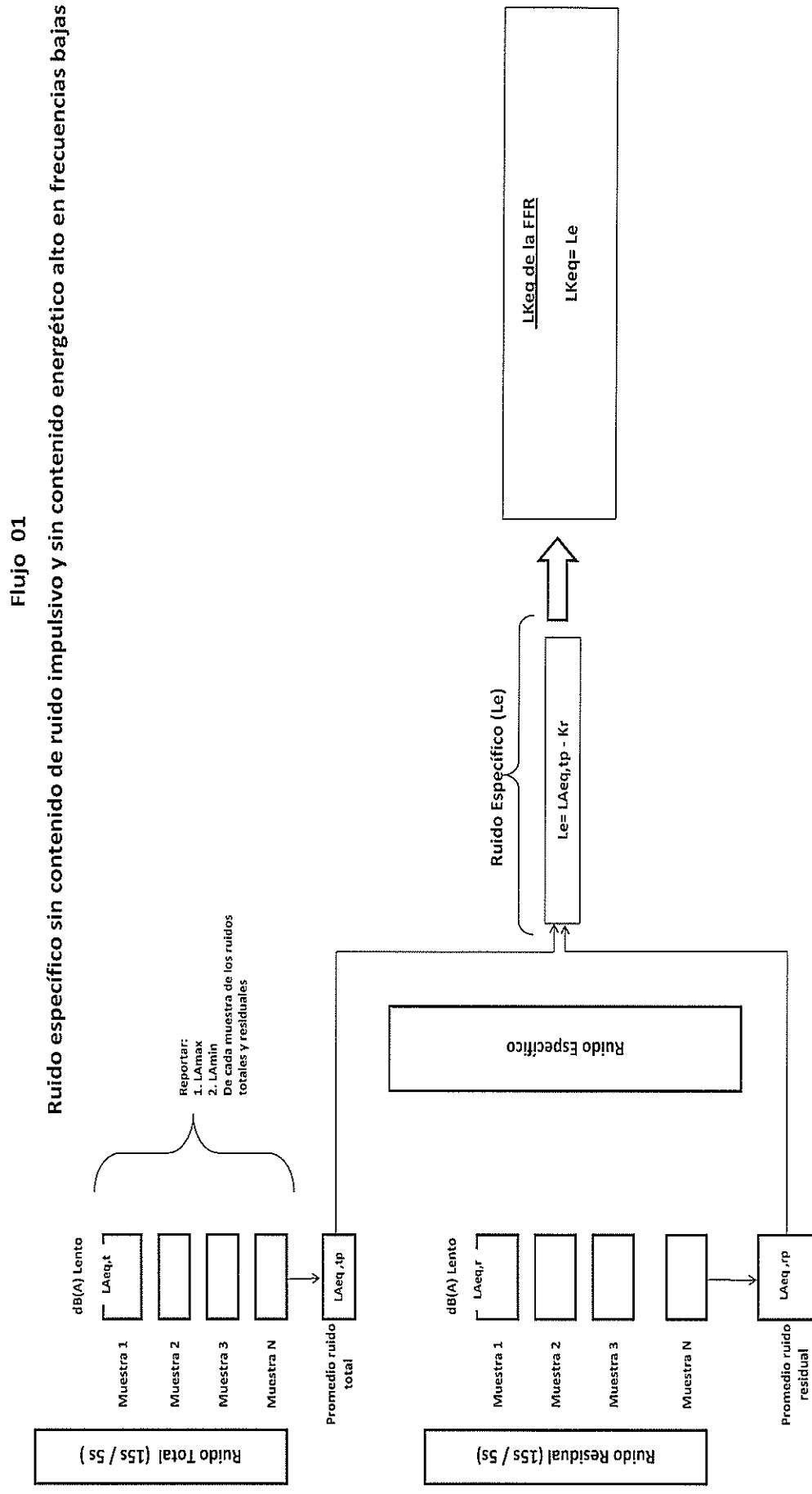
Otros

LKeq = Nivel de presión sonora continua equivalente corregido. Según el caso el LKeq puede ser:

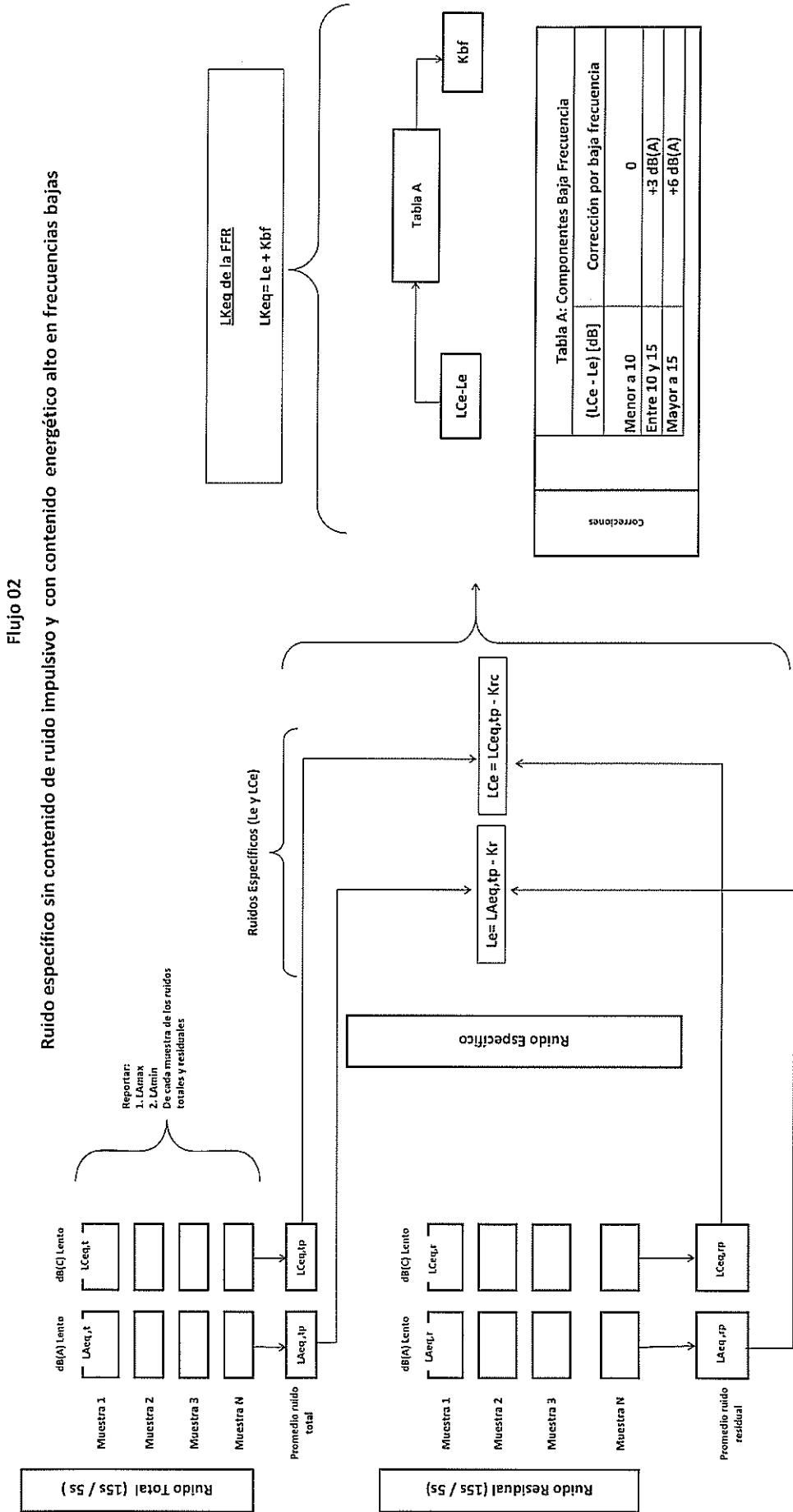
- $LKeq = Le$ (Ver Anexo 3.1)
- $LKeq = Le + Kbf$ (Ver Anexo 3.2)
- $LKeq = Le + Kimp$ (Ver Anexo 3.3)
- $LKeq = Le + Kbf + Kimp$ (Ver Anexo 3.4)

ANEXO 3.1 – Flujo 01

Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico sin características impulsivas y sin contenido energético alto en frecuencias bajas.



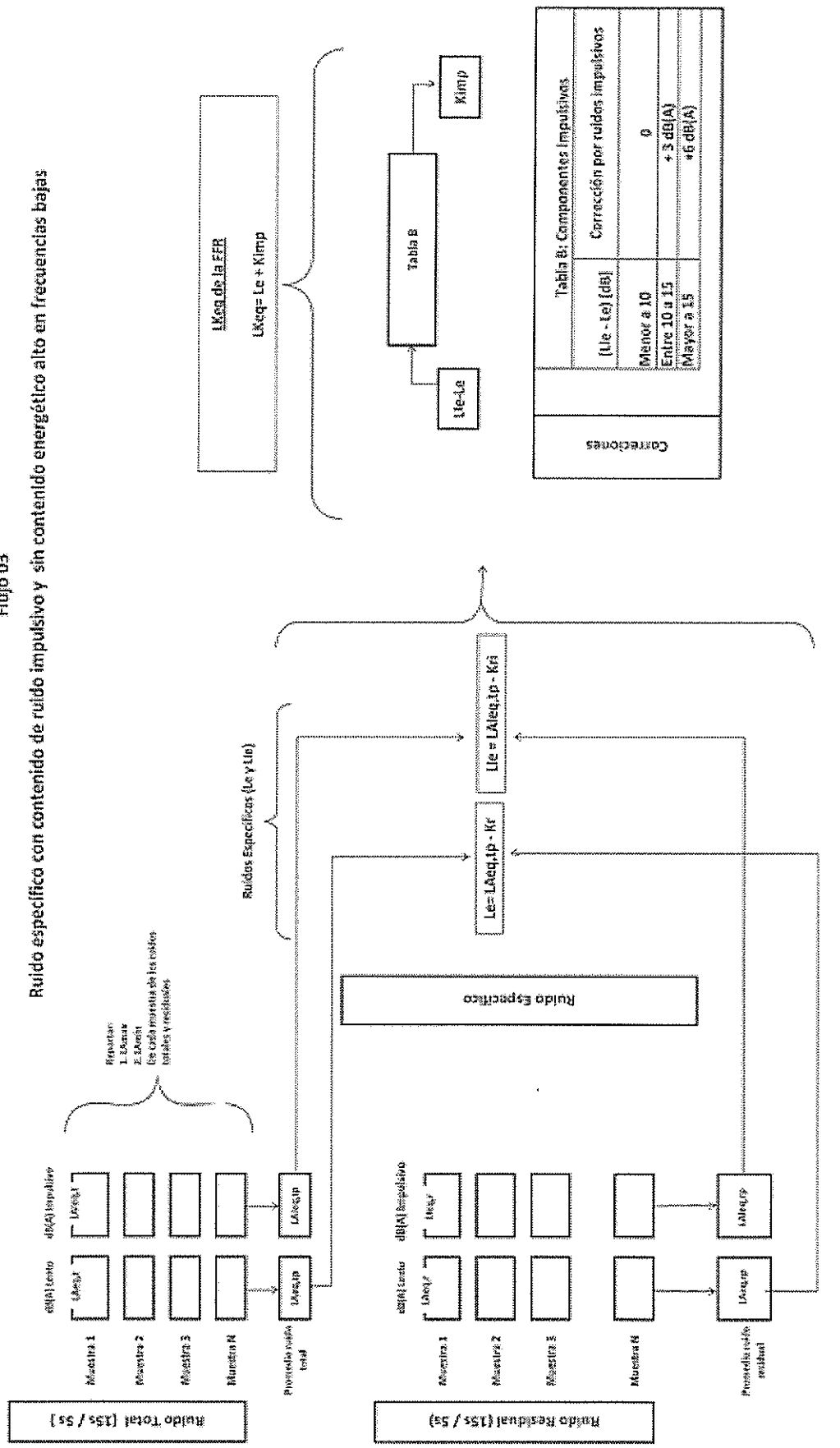
Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico sin características impulsivas y con contenido energético alto en frecuencias bajas.



ANEXO 3.3 – Flujo 03: Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico con características impulsivas y sin contenido energético alto en frecuencias bajas

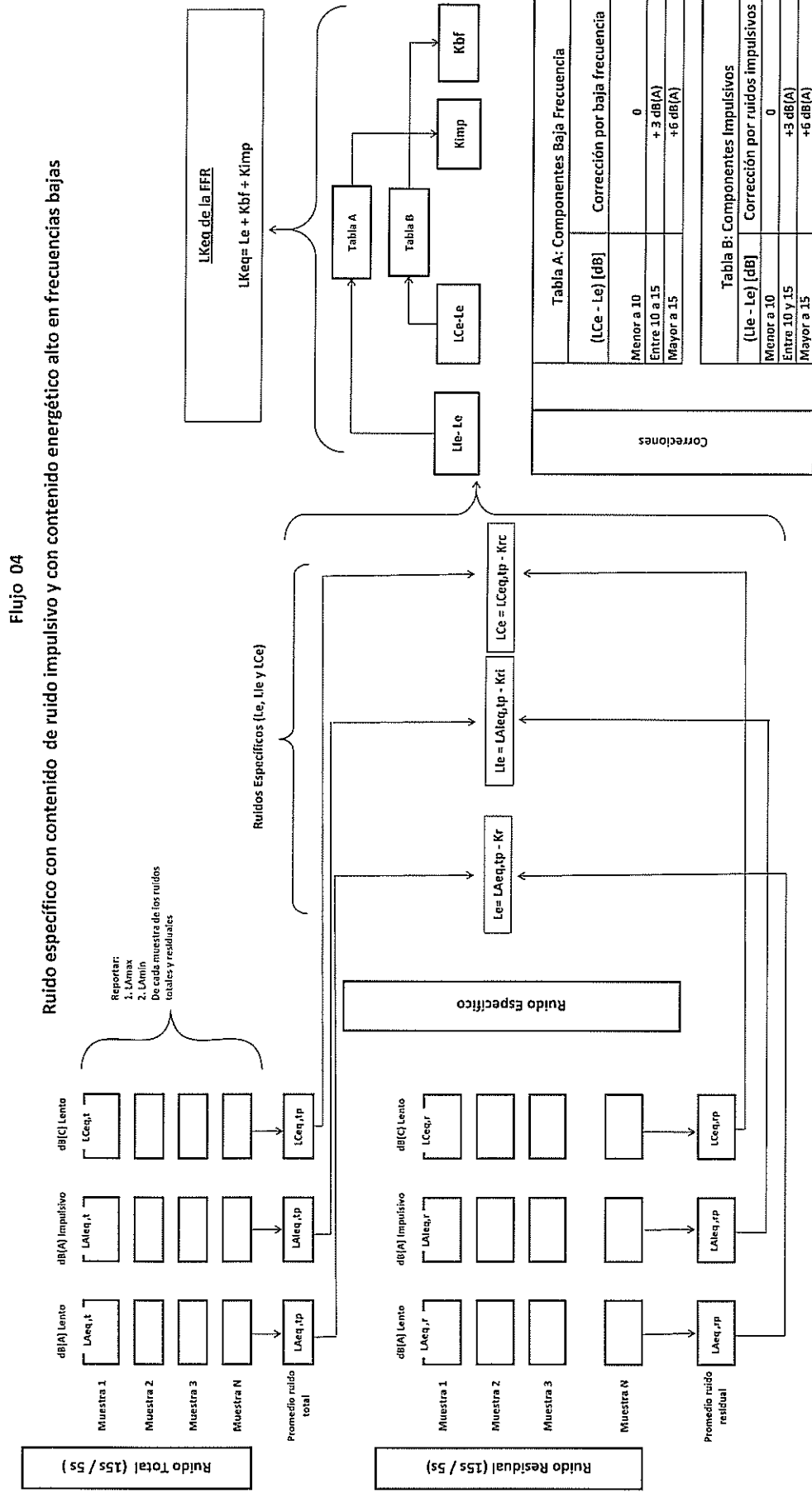
Flujo 03

Ruido específico con contenido de ruido impulsivo y sin contenido energético alto en frecuencias bajas



ANEXO 3.4 – Flujo 04

Método para calcular el L_{Keq} para el caso de: Ruido específico con características impulsivas y con contenido energético alto en frecuencias bajas.



ANEXO 4

Título: Metodología para determinar el LK_{eq} en usos de suelo Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN)

Metodología para la Determinación Del Nivel Máximo De Emisión de Ruido (LK_{eq}) en Usos De Suelo PE Y RN

Los niveles máximos de emisión de ruido (LK_{eq}) para FFR ubicados (o que se ubicarán) en usos de suelo PE y RN serán establecidos, para cada caso, por la Autoridad Ambiental Nacional en función del nivel de ruido ambiental natural existente en la zona donde esté ubicada (o donde se ubicará) la FFR.

Para este caso la determinación del cumplimiento del LK_{eq} por parte de la FFR se lo realizara en los sitios donde existan PCA.

El LK_{eq} se lo establecerá, según el caso, de acuerdo a Tabla 3:

Tabla 3: DETERMINACIÓN DE LK_{eq} PARA USOS DE SUELO PE Y RN

Periodo Diurno		Comentario
L _{Keq}		
LA90 más bajo medido durante el periodo día más corrección(dB):	Corrección (dB)	La Autoridad Ambiental Nacional determinara la corrección más apropiada dependiendo del caso, siendo: L _{Keq} = LA90 + 10dB (Es el nivel más permisible) L _{Keq} = LA90 - 10dB (Es el nivel más restrictivo)
	10	
	5	
	0	
	-5	
	-10	
Periodo Nocturno		
L _{Keq}		
LA90 más bajo medido durante el periodo nocturno más corrección (dB):	Corrección (dB)	
	10	
	5	
	0	
	-5	
	-10	

Es obligación de la FFR realizar un estudio del nivel de ruido ambiental natural existente en la zona. Este estudio debe establecer los niveles de ruido ambiental natural típicos (sin lluvias u otro ruido dominante ajeno al que existe naturalmente) para los periodos diurno y nocturno establecidos en esta norma.

Se requiere como mínimo un punto de medición, las muestras deben tener una duración de 15 minutos, en consecuencia cada hora tendrá cuatro muestras y en 24 horas habrá un total de 96 muestras. Para cada muestra se determinará y reportará los valores de los siguientes parámetros acústicos:

LA_{eq}, LA90, LA10, LA_{max} y LA_{min}. Se recomienda también obtener los valores Leq por

tercios de octava de cada muestra.

Los niveles de ruido ambiental natural de cada hora no necesariamente deben ser establecidos en un solo día de medición. Si por ejemplo lloviese a una cierta hora y por esta razón no se pudiera realizar la medición, se podría volver a medir a esa hora en cualquier otro día. Lo que interesa es obtener datos de niveles típicos para las 24 horas del día.

La metodología de medición y los resultados deberán ser entregados a la Autoridad Ambiental Nacional dentro de sus estudios ambientales. Se sugiere que el informe siga los lineamientos que se dan en el Anexo 5.

La determinación del cumplimiento del $L_{K_{eq}}$ por parte de la FFR se lo realizará mediante las metodologías que se muestran en los anexos 3.1 a 3.4, según el caso.

Para los estudios de ruido ambiental natural se prevé los siguientes casos:

- *Medición de ruido ambiental natural previo al establecimiento de la FFR*

Para este caso el estudio de ruido se lo realizará en el sitio donde se ubicará la FFR, el estudio se lo debe realizar aun si no existiese población o asentamientos humanos.

- *Medición de ruido ambiental natural en sitios donde existe una FFR*

En este caso, la medición del ruido ambiental natural se la debe realizar en ausencia del ruido específico de la FFR, para este caso lo ideal es apagar las FER pertenecientes a la FFR y con esta condición realizar las mediciones.

En caso de que no se pueda apagar las FER las mediciones se deberán llevar a cabo a una distancia de la FFR donde la contribución del ruido específico de esta al ruido ambiental natural de la zona sea insignificante. Para elegir el sitio o sitios de medición también se deberá tomar en cuenta las características del ruido ambiental natural del lugar, el cual deberá ser lo más similar posible al que existe en el sitio donde está ubicada la FFR.

En caso de que no exista o no se pueda medir el LA_{90} se podría medir solo el LA_{eq} (15 minutos) en las horas cuando el ruido ambiental natural es más bajo durante los periodos diurno y nocturno. Esto solo aplica para casos excepcionales aceptados por el Autoridad Ambiental Nacional.

EL $L_{K_{eq}}$ para este caso sería:

- $L_{K_{eq}} (Diurno) = LA_{eq} (el\ más\ bajo\ durante\ el\ periodo\ Diurno) + corrección$
- $L_{K_{eq}} (Nocturno) = LA_{eq} (el\ más\ bajo\ durante\ el\ periodo\ Nocturno) + corrección$

Las correcciones para este caso podrían ser cualquiera de los siguientes valores: 5dB, cero dB, -5dB o -10dB según sea el requerimiento de la Autoridad Ambiental Nacional.

Definiciones específicas para este anexo.

LA90

Es un índice acústico estadístico que cuantifica el nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición.

LA10

Es un índice acústico estadístico que cuantifica el nivel excedido durante el 10% del tiempo de medición.

Ruido Ambiental Natural

Es el ruido que se produce espontáneamente a causa de la naturaleza existente en una zona (ríos, flora, fauna, etc.) y donde la contribución humana al ruido es insignificante.

Esta definición se aplica solo para usos de suelo PE y RN.

ANEXO 5

Título: Información Mínima a Reportarse

Del personal que realiza la evaluación

- Documento/s que certifiquen y/o avalen que el personal está capacitado para realizar las mediciones.

De la FFR bajo evaluación

Descripción de:

- La FFR a ser evaluada.
- Regímenes de funcionamiento.
- PCA cercanos a la FFR.
- Puntos donde la FFR emite los NPS más altos.

De los ruidos específicos y residuales

- Descripción detallada de el/los ruido/s específico/s evaluados.
- Si es posible descripción de las FER que emiten los ruidos específicos.
- Descripción del ruido residual.
- Fuentes que contribuyen al ruido residual.

Impresiones subjetivas

- Audibilidad de el/los ruido/s específico/s en los puntos de medición.

De los puntos de medición

- Ubicación en un mapa o croquis de los puntos de medición.
- Distancia horizontal y vertical con respecto a la fuente.
- Superficies cercanas reflectoras de sonido, exceptuando el suelo.

De los instrumentos de medición

- Descripción del sonómetro y del calibrador acústico (fabricante, número de serie, clase etc.).
- Copia de los certificados de calibración de laboratorio del sonómetro y del calibrador/pistófono.

De las mediciones

- NPS referencial del sonómetro con el calibrador / pistófono antes y después de terminar todas las mediciones.
- Todos los datos que se muestran en los flujos de medición 01, 02, 03 y 04, según sea el caso aplicable.
- Fechas, días y horas en las que se llevaron a cabo las mediciones.
- Justificación de los métodos usados (15 seg o 5 seg, método escogido para caracterizar contenido de baja frecuencia o impulsivo).
- Resultados, cálculos y/o análisis de datos.

ANEXO 5 NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

- *Justificaciones de aplicación de cualquier proceso adicional o parámetro acústico no detallado en la presente norma.*

De las condiciones meteorológicas

- *Velocidad del viento*
- *Lluvias*
- *Otros*

** La persona o empresa que realiza las mediciones no es quien determina si una FFR cumple o no con los niveles máximos de emisión de ruido, su función es solo determinar y reportar el valor L_{Keq}. Será la Autoridad ambiental competente quien determine si hay cumplimiento o no.*

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE VIBRACIONES Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

INTRODUCCIÓN

La presente norma se establece bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma regula la protección del medio ambiente contra las perturbaciones por vibraciones, estableciendo para su efecto:

- a. Los Límites de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones
- b. La metodología y la instrumentación para evaluar las vibraciones ambientales.
- c. Características de los instrumentos de medición para vibraciones.
- d. Informe técnico para vibraciones.

1. OBJETO

La presente norma tiene como objeto la protección de la salud y bienestar humanos, así como la protección ambiental, de las perturbaciones generadas por vibraciones, mediante el establecimiento de Límites de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a usos hospitalarios, educativos, culturales, residenciales, hospedaje, oficinas y comercial.

2. AMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma es de obligatorio cumplimiento para todas las actividades e instalaciones industriales, comerciales y de servicios, construcciones y edificaciones que impliquen contaminación ambiental generada por vibraciones, así como cualquier comportamiento individual o colectivo que, aun cuando no esté expresado específicamente en esta norma, evidencie la producción de vibraciones que afecten el bienestar humano o generen contaminación ambiental.

Quedan exentas del ámbito de aplicación de esta norma las vibraciones relacionadas con el ambiente laboral reguladas por el Reglamento de Salud y Seguridad de los Trabajadores; es decir, con la seguridad y salud ocupacional, así como la construcción de carreteras. Por tanto, se excluyen de la aplicación de esta norma lo relacionado con las competencias del Ministerio de Salud y del Ministerio de Trabajo respectivamente, así como con las funciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

3. ORGANOS COMPETENTES

Le compete a la Autoridad Ambiental Nacional la aplicación, seguimiento, vigilancia y control de la presente Norma, en coordinación con las demás autoridades sectoriales y autónomas descentralizadas que por Ley pudieran estar involucradas.

Para la aplicación en concreto de la presente norma, se estará a lo dispuesto por el

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, en lo que respecta a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, en el marco de sus competencias sobre ordenamiento territorial, uso y ocupación del suelo. Dicho nivel de gobierno observará lo dispuesto en la presente norma, al momento de regular y controlar las construcciones a edificarse en su respectiva jurisdicción.

4. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma, se consideran las definiciones requeridas para su correcta aplicación, en armonía con las definiciones establecidas en la Norma de Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones.

4.1 Aceleración

Variación de velocidad por segundo (m/s^2).

4.2 Acelerómetro

Dispositivo electromecánico para la medida de vibraciones.

4.3 Horarios

Diurno: de 08h00 a 22h00 horas.

Nocturno: de 22h00 a 08h00 horas.

4.4 Índice de vibración (Law)

Índice acústico para describir la vibración, que tiene relación con los efectos nocivos o molestias producidos por ésta, expresado en dB.

4.5 Intensidad de vibraciones existentes

Valor eficaz de la aceleración, expresado en m/s^2 y medido entre 1 y 80 Hz.

4.6 MTVV

Valor Máximo de Vibración Transitoria, según está definido en la norma ISO 2631-1:1997

4.7 Velocidad

La velocidad de propagación del frente de onda depende del medio en el que tenga lugar (m/s).

4.8 Vibración

Perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

4.9 Vibración continua o estacionaria

Producto de procesos continuos o semi continuos, en donde predomina claramente la presencia de vibraciones sobre los periodos de descanso o reposo.

4.10 Vibración provocada por una voladura

Efecto dinámico periódico, y de intervalo de duración finito y corto, que afecta al terreno y por tanto a todas los elementos que se encuentren físicamente unidos o apoyados sobre él.

4.11 Vibración transitoria

Producto de actividades intermitentes permanentes y/o actividades de duración limitada no permanentes.

4.12 Voladura

Acción de arrancar la roca o suelo con explosivos, origina una vibración que se propaga por el terreno, que se denomina vibración propiamente dicha, y otra que se propaga por el aire, que se denomina onda aérea.

5. CLASIFICACIÓN

Esta norma establece los límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos o instalaciones.

1. Límites de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones
2. Criterios de evaluación de vibraciones en el interior de los locales
3. Métodos de medición de vibraciones
4. Instrumentos de medición
5. Establecimiento de Línea Base

6. REQUISITOS

6.1 Límites admisibles de transmisión de vibraciones de equipos e instalaciones a edificaciones

6.1.1 Ningún equipo, aparato o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación de un recinto receptor, o a los edificios, valores más altos a los establecidos en la Tabla 3: Límite de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones.

6.2 Criterios de evaluación de vibraciones en el interior de los locales

6.2.1 Métodos de medición de vibraciones.

6.2.1.1 Instrumentos de medición

Para la medición de las vibraciones se deberán emplear instrumentos de medida que cumplan las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 8041:2006. «Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida».

Los equipos para la medición de vibraciones se compondrán de los siguientes elementos:

- Analizador de Vibraciones,
- Acelerómetro triaxial con sensibilidad para vibraciones en edificios,

- Calibrador de Vibraciones

Los parámetros de los equipos de medición de vibraciones deberán disponer de los siguientes requisitos técnicos de identificación:

- Registro de RMS en X, Y, Z
- Registro de MTVV en X, Y, Z
- Registro de Factor de Cresta en X, Y, Z

6.2.1.1.1 Instrumentos con ponderación frecuencial Wm.

Este método debe ser utilizado para mediciones de precisión. Requiere de un instrumento que disponga de ponderación frecuencial Wm, según se indica en la Norma ISO 2631-2:2003.

Se medirá el valor eficaz máximo, obtenido con un detector de medida exponencial, de constante de tiempo 1s (slow), durante la medición. Este valor corresponderá al parámetro a_w , según expresa la Norma ISO 2631-1:1997.

$$L_{aw} = 20 \log \frac{a_w(t)}{a_0}$$

Si los instrumentos no disponen de la ponderación frecuencial, Wm, se realizará un análisis espectral, con resolución de banda de tercio de octava, y se aplicarán los factores especificados en la Norma ISO 2631-2:2003, entre 1 y 80 Hz. Posteriormente, se obtendrán los valores de aceleración global ponderada para cada espectro, en los distintos instantes de la medición, de acuerdo la fórmula que se presenta a continuación:

$$a_{w,i} = \sqrt{\sum_j (w_{m,j} a_{w,i,j})^2}$$

Dónde

$a_{w,i,j}$: el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración expresado en m/s², para cada una de las bandas de tercio de octava (j) y para los distintos instantes de la medición (i).

$w_{m,j}$: el valor de ponderación frecuencial wm para cada una de las bandas de tercio de octava (j).

$a_{w,i}$: el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración global ponderada para los distintos instantes de la medición.

6.2.1.2. Índice de Vibración (L_{aw})

El índice de vibración L_{aw} , medido en decibelios (dB), se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$L_{aw} = 20 \log \frac{a_w(t)}{a_0}$$

Donde:

$a_w(t)$: Valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación frecuencial W_m (en m/s^2), obtenido durante el periodo de evaluación.

a_0 : Aceleración de referencia ($a_0=10^{-6} m/s^2$)

Notas:

- La ponderación en frecuencia se realiza según la curva de atenuación W_m definida en la norma ISO 2631-2:2003 o su equivalente
- El valor eficaz $a_w(t)$ se obtiene mediante detector RMS exponencial con constante de tiempo 1s (slow).

De manera complementaria, se deberá registrar y reportar en el informe el valor de MTVV obtenido en cada medición.

6.2.2. Procedimientos para la medición

6.2.2.1 El procedimiento de medición in situ utilizado para la evaluación del índice de vibración Law considerará lo siguiente:

- El criterio de valoración estará comprendido entre 1 y 80 Hz, en bandas de 1/3 de octava y aplicando la ponderación W_m correspondiente (ISO 2631-2:2003).
- Previamente a la realización de las mediciones es preciso identificar los posibles focos de vibración, las direcciones dominantes y sus características temporales.
- El acelerómetro se deberá colocar de forma que la unión con la superficie de vibración sea lo más rígida posible.
- Realizar una verificación del medidor de vibración antes y después de ejecutada la medición, con el fin de comparar con los criterios de aceptación definidos.

6.2.2.2 En el **caso de vibraciones generadas por actividades**, es necesario diferenciar entre vibraciones de tipo estacionario y transitorio, de manera previa a su medición:

Vibraciones estacionarias: En el transcurso del régimen de funcionamiento más desfavorable, se deberá realizar cada medición durante al menos un minuto. En caso de que no sea identificable, se deberá medir durante al menos un minuto en las diferentes pautas de funcionamiento.

Vibraciones de tipo transitorio: Para la medición se deberá tomar en cuenta los factores que pudieran modificar la percepción de la vibración, como son el foco generador, la intensidad, la posición, etc., y contabilizar el máximo número de eventos que se producen.

6.2.2.3 Las mediciones se realizarán en el sitio receptor, sobre el suelo en el lugar y momento de mayor molestia. Se medirán con un acelerómetro tri-axial, en las tres direcciones ortogonales simultáneamente, obteniendo el valor eficaz $a_{w,i}(t)$ en cada una de ellas y el índice de evaluación como suma cuadrática, aplicando la expresión:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

Será necesario realizar dos mediciones diferenciadas, una primera mientras funciona la fuente vibratoria identificada, y una segunda medición en los mismos lugares de valoración, con la fuente vibratoria sin funcionar.

Se registrará el valor medio de la aceleración (a_w) y el valor máximo de vibración transitoria (MTVV) dentro del rango de frecuencias establecido para cada una de las determinaciones.

6.2.2.4 El procedimiento descrito en el punto anterior se repetirá, por un mínimo de tres veces y un máximo de cinco veces, hasta obtener tres valores consecutivos que no difieran entre sí, respectivamente, en más de 2 dB. Las medias aritméticas de dichos tres valores constituirán el nivel de transmisión L_{aw} . En caso de no cumplirse con lo anterior, se tomará la media aritmética de los tres valores más altos.

6.2.3 Los titulares de actividades e instalaciones generadoras de vibraciones estarán obligados a adoptar medidas correctoras para reducir las vibraciones, y deberán elaborar un informe técnico con los datos de las mediciones y las respectivas medidas, conforme el modelo detallado en el ANEXO 1.

7. ESTABLECIMIENTO LÍNEA BASE

7.1 En los estudios de impacto ambiental obligatorios para nuevos proyectos, se establecerá, a cargo de los proponentes, una línea base de valoración de las vibraciones en el lugar de asentamiento del futuro proyecto. En dicho EIA se señalará el tipo de maquinaria a utilizarse en el proyecto, y se establecerá un plan de manejo con las medidas específicas para mitigar las vibraciones generadas, así como el plan para sus mediciones periódicas, que pasarán a ser parte del plan de seguimiento general, a cargo de la autoridad ambiental competente.

7.2 En el caso de proyectos ubicados en las cercanías de áreas protegidas, el proponente debe establecer la línea base previo a cualquier actividad propia de la ejecución del proyecto, y determinar las posibles afectaciones al ecosistema en cuestión. Igualmente, debe proponer horarios para sus actividades, en función de los posibles impactos identificados en el marco del EIA

7.3 En el caso de que luego de presentado el Estudio de Impacto Ambiental hubiere variación en el equipamiento a utilizar en el proyecto, el proponente está obligado a reportarlo a la Autoridad de Control, y a presentar la modificación pertinente del estudio, en el que se verifiquen los cambios estimados en la generación de vibraciones.

7.4 Las obras temporales, canteras y demás actividades relacionadas deberán ajustarse a los valores límites para el pico de la vibración del terreno, según se observa en la Tabla 2. Las mediciones se efectuarán según lo indicado en la norma UNE 22-381-93 para vibraciones producidas por voladuras:

- *Tipo de estructura I:* edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.
- *Tipo de estructura II:* edificación de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo, edificios y estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que por su fortaleza no presenta especial sensibilidad a las vibraciones.

- *Tipo de estructura III:* estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que presenten una especial sensibilidad a las vibraciones por ellas mismas o por elementos que pudieran contener.

Tabla 2: Vibraciones producidas por voladuras

Tipo de estructura	Frecuencia principal (Hz)		
	2-15 Velocidad (mm/s)	15-75 Desplazamiento (mm) ¹	>75 Velocidad (mm/s)
I	20	0,212	100
II	9	0,095	45
III	4	0,042	20

¹ En los tramos de frecuencias comprendidas entre 15 y 75 Hz se podrá calcular la velocidad equivalente conociendo la frecuencia principal a través de la ecuación:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot d$$

siendo:

- v la velocidad de vibración equivalente en mm/s
- f la frecuencia principal en Hz
- d el desplazamiento admisible en mm indicado en la tabla

8. EXENCIONES

8.1 La presente Norma establece exenciones al cumplimiento de los límites determinados en ella, debido a la existencia de actividades que requieren la utilización de equipos e insumos que generan vibraciones que temporalmente se sitúan por fuera de dichos límites.

8.2 Aquellos proyectos nuevos, o actividades ya en ejecución, que documentadamente demuestren a la autoridad ambiental competente la imposibilidad de cumplir de manera permanente con los límites de inmisión para vibraciones, podrán solicitar una exención del cumplimiento, señalando las actividades puntuales para las que se solicita la exención, mismas que deberán ser ejecutadas siempre en horario diurno (8h00 y 20h00).

8.3 Quedan excluidas de esta norma las obras de construcción temporal, tanto de tipo privado como público, puesto que para su desarrollo y actividad emplean maquinaria que puede producir vibraciones a otros elementos o instalaciones en ciertas operaciones.

Los trabajos realizados en la vía pública y en las edificaciones que puedan generar vibraciones se ajustarán a las siguientes prescripciones:

El horario de trabajo estará comprendido entre las 08h00 y las 20h00 en días laborables y entre las 10h00 y las 18h00 horas en días festivos y de fin de semana.

9. DISPOSICIÓN TRANSITORIA

9.1 La presente Norma entrará en plena vigencia una vez que la Autoridad Ambiental Nacional coordine y logre la estructuración de procesos y procedimientos para certificar equipos, medidas y calibraciones, a cargo de la entidad competente a Nivel Nacional.

10. LÍMITES PARA VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL ESPACIO INTERIOR HABITABLE DE EDIFICACIONES

10.1 Para efectos de la aplicación de la presente Norma, se establecen los Límites de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a uso hospitalarios, educativos o culturales, residencia, hospedaje y oficinas señalados en la Tabla 3.

Tabla 3: Límite de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones

USO DE LA EDIFICACIÓN RECEPTORA	LÍMITE DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES L_{aw} [dB]	
	DIURNO	NOCTURNO
Hospitalario, Educativo, Cultural	83	80
Residencial, Hospedaje	89	86
Oficinas, Comercial	95	95

11. ANEXO 1

Elementos que debe contener el Informe de Vibraciones

1. RESUMEN

2. OBJETIVOS

3. ANTECEDENTES

4. METODOLOGÍA

4.1 Equipo Profesional

4.2 Instrumental utilizados

4.3 Mediciones de vibraciones

4.4 Parámetros obtenidos

ANEXO 5 NIVELES MAXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES Y NIVELES MÁXIMOS DE VIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

4.5 Normativa de Referencias

5. LÍNEA BASE ESTABLECIDA EN EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Puntos de evaluación

5.2. Mapa de los puntos de evaluación

5.3. Fotografías de los puntos de evaluación

5.4. Resultados de las Mediciones (aw, Law, MTVV)

Área	Responsable	Sumilla
DNCA	Adriana Jácome	AJ.

