

2007-04-18

**ACÚSTICA.
MEDICIONES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA
EMITIDA POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN
ESTADO ESTACIONARIO**



E: ACOUSTICS. MEASUREMENTS OF SOUND PRESSURE
LEVEL EMITTED BY STATIONARY ROAD VEHICLES

CORRESPONDENCIA: esta norma es idéntica (IDT) por traducción a
la norma ISO/FDIS 5130:2006

DESCRIPTORES: acústica, nivel de presión sonora,
vehículos automotores.

I.C.S.: 17.140.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2007-04-25

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4194 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2007-04-18.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 1 Acústica y 11 Calidad de aire.

ACÚSTICA COLOMBIA
AKT MOTOS
AMBIENCOL INGENIEROS
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
FÁBRICANTES DE AUTOPARTES –
ACOLFA–
ASOCIACIÓN DE COMERCIANTES DE
AUTOPARTES –ASOPARTES–
ASOCIACIÓN NACIONAL DE CENTROS DE
DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR ASO-CDA
ASOCIACIÓN NACIONAL DE
INDUSTRIALES –ANDI–
AUTECO S.A.
AUTOINDUSTRIAL CAMEL
AUTOMÁS
AUTOTOOLS LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE BOYACA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE LA 44
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE TULÚA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DEL TUNAL – DISMACOR
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DEL VALLE
COMERKOL S.A.

COMPAÑÍA COLOMBIANA AUTOMOTRIZ S.A.
CORPORACIÓN DE APOYO A MISIONES
INTEGRALES CAMI-CAN
DAIMLER CHRYSLER COLOMBIA
DIAGNOSTIAUTOS S.A.
DIAPOPA LTDA
EDER PEDRAZA -CONSULTOR INDEPENDIENTE
GENERAL MOTORS COLMOTORES S.A.
GOLD ELECTRONIC LTDA.
HYUNDAUTOS LTDA.
INCOLMOTOS YAMAHA S.A.
INDUSTRIAS TENOLOGÍA DE EQUIPOS
PARA SECCIÓN AUTOMOTRIZ –INDUTESA–
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS
AMBIENTALES DE COLOMBIA –IDEAM–
INVERSIONES NIÑO ALVAREZ
IVESUR COLOMBIA S.A.
JUAN BARAJAS & CÍA. LTDA.
MAXILLANTAS LTDA.
MAXITEK S.A.
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y
DESARROLLO TERRITORIAL
MINISTERIO DE TRANSPORTES
PREVICAR S.A.
REVISIÓN PLUS
REVITEST LTDA

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
SNAPON CORPORATION
SUZUKI MOTOR DE COLOMBIA S.A.
TECNMA LTDA

TECNOINGENIERÍA LTDA.
UNIVERSIDAD LOS LIBERTADORES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
VERIFYLAB MTE S.A. C.I.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

AIRE LIMPIO CARDIESEL
ASOCIACIÓN NACIONAL DE
TRANSPORTADORES
ASTROMOTOS S.A.
AUTOUNION
C.I. DISTRICANDELARIA LTDA.
CADETEC
CANGURO CENTRO DE DIAGNÓSTICO
AUTOMOTOR
CENTRO ADMINISTRATIVO DE
TRANSPORTES Y TRÁNSITO DE
CÚCUTA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE CALDAS LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE CARTAGO LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE NARIÑO LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE PALMIRA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE POPAYÁN LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE RISARALDA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DEL TOLIMA LTDA.
COÉXITO S.A.
COLSERUTOS S.A.
COMPAÑÍA DE ENTRENAMIENTO
TÉCNICO AUTOMOTRIZ
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL
DE BOGOTÁ - CAR
CRYOGAS S.A.
DIDACOL S.A.
DIESEL & TURBOS LTDA.

EMPRESA COLOMBIANA DE
PETRÓLEOS –ECOPETROL–
ESTACIÓN TEXACO 37
FANALCA S.A.
FEDERACIÓN NACIONAL DE
COMERCiantes - FENALCO
FUNDACYT+I COLOMBIA
J. DAVID ASOCIADOS
JAIRÓ PÉREZ AVELLA Y CÍA LTDA.
JINCHENG DE COLOMBIA S.A.
KOREMOTO
KTM - XTREME MACHINE
MEC SERVICIOS INTERNACIONALES C.I.
MERCEDES BENZ
MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL
MOTO SPORT
MOTOS JIALING
MULTISERVICIOS 140
PARQUES Y FUNERARIAS S.A.
JARDINES DEL RECUERDO
PSI INGENIERÍA LTDA.
SANTANA SINCRONIZACIÓN
SECRETARÍA DE MOVILIDAD
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
–SENA–
SETSA LTDA.
SOCIEDAD DE FABRICACIÓN DE
AUTOMOTORES S.A.
SOFASA S.A.
SUBARU DE COLOMBIA S.A.
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
COMERCIO
SURTILLANTAS CASANARE
UNITED MOTORS
URIGO LTDA.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

	Página
0. INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS.....	2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	2
4. INSTRUMENTACIÓN.....	3
4.1 INSTRUMENTACIÓN PARA MEDICIONES ACÚSTICAS.....	3
4.2 INSTRUMENTACIÓN PARA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR.....	3
5. AMBIENTE ACÚSTICO, CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y RUIDO DE FONDO.....	3
5.1 SITIO DEL ENSAYO	3
5.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	4
5.3 RUIDO DE FONDO.....	4
6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.....	4
6.1 COMENTARIOS GENERALES.....	4
6.2 COLOCACIÓN Y PREPARACIÓN DEL VEHÍCULO	4
6.3 POSICIÓN DEL MICRÓFONO	5
6.4 VELOCIDAD OBJETIVO DEL MOTOR	11
6.5 CONDICIONES OPERATIVAS DEL MOTOR	11
6.6 SISTEMA DE ESCAPE MULTIMODAL	11

	Página
7. MEDICIONES.....	12
8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	12
9. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	12
10. INFORME DE ENSAYO	13
DOCUMENTO DE REFERENCIA.....	19
ANEXO A (Informativo) INFORMACIÓN TÉCNICA FUNDAMENTAL	14
ANEXO B (Informativo) INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN. ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE CON BASE EN LA GUÍA ISO 98.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	18
FIGURAS	
Figura 1. Punto de referencia	6
Figura 2. Ejemplos de posiciones del micrófono para diversas ubicaciones del escape.....	10
TABLAS	
Tabla 1. Variabilidad de los resultados de las mediciones para una probabilidad de cobertura del 80 %.....	13

ACÚSTICA.
MEDICIONES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EMITIDA POR
VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN ESTADO ESTACIONARIO

0. INTRODUCCIÓN

Este procedimiento para la medición del nivel de presión sonora ha sido desarrollado para uso en evaluaciones de ingeniería acerca del desempeño del nivel de presión sonora de vehículos automotores en cercanías de los sistemas de escape. El método está destinado a la verificación de vehículos en uso, y también a determinar variaciones en el nivel de presión sonora de los escapes, que pueden tener su origen en:

- El desgaste, ajuste defectuoso o modificación de componentes particulares, cuando el defecto no es evidente mediante inspección visual.
- La eliminación parcial o completa de dispositivos que reducen la emisión de algunos niveles de presión sonora.

Es posible determinar algunas de estas variaciones comparando las mediciones con las mediciones de referencia tomadas en condiciones similares, por ejemplo, durante la aprobación tipo del vehículo, usando el mismo método. Se pueden detectar otras variaciones solamente cuando el motor es operado a una carga real.

Este documento incluye algunas de las disposiciones de la norma SAE J1492:1988-05 para la medición de los niveles de presión sonora de los sistemas de escape de vehículos de pasajeros y camiones livianos.

1. OBJETO

La presente Norma Internacional especifica un procedimiento de ensayo, el ambiente y la instrumentación requeridos para medir los niveles de presión sonora exterior producidos por un vehículo automotor en condiciones estacionarias, que brinden una medida continua del nivel de presión sonora en una gama de velocidades del motor. Esta norma se aplica solamente a vehículos automotores de las categorías L, M y N equipados con motores de combustión interna.

El método está diseñado para satisfacer los requisitos de sencillez en cuanto sean compatibles con la reproducibilidad de los resultados en condiciones de operación del vehículo.

Dentro del alcance de esta norma se encuentra medir el nivel de presión sonora ponderada A estacionaria durante:

- Las mediciones de aprobación tipo del vehículo.
- Las mediciones en la etapa de fabricación.
- Las mediciones en las estaciones de ensayo oficiales.
- Las mediciones en ensayos realizados al borde de la carretera.

Esta Norma Internacional no especifica un método para verificar el nivel de presión sonora del escape cuando el motor es operado a cargas reales, ni tampoco especifica un método para verificar los niveles de presión sonora del escape contra un límite de ruido general para categorías de vehículos automotores.

En el Anexo A se presenta información técnica fundamental.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas se aplican únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

ISO 5725 (todas las partes), *Accuracy (Trueness and Precision) of Measurement Methods and Results*.

IEC 60942, *Electroacoustics. Sound Calibrators*.

IEC 61672-1, *Electroacoustics. Sound Level Meters. Part 1: Specifications*.

ISO Guide 98, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (GUM).

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de la presente norma se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1 Vehículos categoría L. Vehículos automotores de menos de cuatro ruedas.

NOTA El documento de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UN ECE), TRANSP/WP.29/78/Rev.1/Amend.4 (26 abril, 2005) extiende la categoría L a vehículos de cuatro ruedas, como se define para L6 y L7 en la norma ISO362-1: 3.4.1.5 y 3.4.1.6.

3.2 Vehículos categoría M. Vehículos automotores que tienen mínimo cuatro ruedas, empleados para el transporte de pasajeros.

3.3 Vehículos categoría N. Vehículos automotores que tienen mínimo cuatro ruedas, empleados para carga de productos.

3.4 Velocidad nominal del motor (S). Velocidad del motor a la cual el motor desarrolla su potencia nominal máxima neta, definida por el fabricante.

NOTA 1 Si la potencia nominal máxima neta se alcanza a varias velocidades del motor, la S empleada en esta norma es la mayor velocidad del motor a la cual se alcanza la potencia nominal máxima neta.

NOTA 2 La norma ISO 8000-2 define este término como "frecuencia rotacional nominal del motor". El término "velocidad nominal del motor" se conservó debido a que es de entendimiento común por los técnicos, y a su uso en los reglamentos gubernamentales.

4. INSTRUMENTACIÓN

4.1 INSTRUMENTACIÓN PARA MEDICIONES ACÚSTICAS

4.1.1 Generalidades

El medidor de nivel acústico o sistema de medición equivalente, incluido el protector de viento recomendado por el fabricante, debe cumplir mínimo los requisitos para los instrumentos Tipo 1, de acuerdo con la norma IEC 61672-1.

Las mediciones se deben llevar a cabo usando la ponderación de frecuencia A, y la ponderación de tiempo F.

4.1.2 Calibración

Al comienzo y al final de cada sesión de medición, el sistema de medición completo se debe verificar por medio de un calibrador de sonido que cumpla los requisitos para calibradores de sonido Clase 1, de acuerdo con la norma IEC 60942. Sin ningún ajuste adicional, la diferencia entre las lecturas de dos verificaciones consecutivas debe ser inferior o igual a 0,5 dB. Si este valor se excede, se deben descartar los resultados de las mediciones obtenidos después de la verificación satisfactoria previa.

4.1.3 Conformidad con los requisitos

La conformidad del sistema de instrumentación con los requisitos de la norma IEC 61672-1 y la conformidad del dispositivo de calibración de sonido con los requisitos de la norma IEC 60942 se debe verificar mediante la existencia de un certificado de conformidad válido. Estos certificados se deben considerar válidos si la verificación de la conformidad con los patrones respectivos se realizó dentro de los 24 meses anteriores, para el sistema de instrumentación, y 12 meses, para el dispositivo de calibración de sonido. Todos los ensayos de conformidad se deben llevar a cabo por un laboratorio autorizado para realizar calibraciones trazables a los patrones apropiados.

4.2 INSTRUMENTACIÓN PARA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR

La velocidad rotacional del motor se debe medir con un instrumento que cumpla los límites de especificación de mínimo $\pm 2\%$ o superior, a las velocidades del motor requeridas para las mediciones que se llevan a cabo.

5. AMBIENTE ACÚSTICO, CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y RUIDO DE FONDO

5.1 SITIO DEL ENSAYO

Un sitio adecuado para el ensayo debe ser al aire libre y debe consistir en una superficie plana de concreto nivelado, asfalto denso o un material de dureza similar libre de nieve, grasa, tierra suelta, cenizas u otro material absorbente de sonido. Debe estar en un espacio abierto libre de grandes superficies reflectivas, tales como vehículos parqueados, edificaciones, vallas publicitarias, árboles, matorrales, paredes paralelas, personas, etc., dentro de un radio de 3 m de donde se encuentra ubicado el micrófono y cualquier punto del vehículo.

Como una alternativa del ensayo al aire libre, se puede usar una cámara semianecoica. Esta cámara debe cumplir los requisitos acústicos ya indicados. Estos requisitos se deben cumplir si la instalación de ensayo satisface los criterios de distancia de 3 m ya mencionados, y tiene una frecuencia de corte por debajo del menor de los siguientes:

- Una banda de un tercio de octava por debajo de la menor frecuencia fundamental del motor durante las condiciones de ensayo;
- 100 Hz.

NOTA El comportamiento del ruido de las instalaciones de ensayo interiores se especifica en términos de la frecuencia de corte (Hz). Esta es la frecuencia por encima de la cual se puede suponer que el recinto actúa como un espacio semianecoico.

5.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Los ensayos no se deben llevar a cabo si la velocidad del viento, incluidas las ráfagas de viento, excede 5 m/s durante el intervalo de medición de sonido.

5.3 RUIDO DE FONDO

Las lecturas de los instrumentos de medición producidas por el ruido del ambiente y el viento deben estar al menos 10 dB por debajo del nivel de presión sonora ponderada A que se va medir. Se puede colocar al micrófono un protector de viento adecuado, siempre y cuando se tenga en cuenta su efecto sobre la sensibilidad del medidor de nivel de sonido.

6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

6.1 COMENTARIOS GENERALES

Es esencial que personas técnicamente entrenadas y con experiencia en las técnicas actuales de medición del sonido seleccionen la instrumentación y realicen el ensayo.

Se debería reconocer que pueden ocurrir variaciones en los niveles de presión sonora medidos, debido a variaciones en el sitio de ensayo, en las condiciones atmosféricas y en los equipos de ensayo.

Se debe aplicar la especificación de los fabricantes del instrumento para la orientación del micrófono en relación con la fuente sonora, y la ubicación del observador en relación con el micrófono. El ensayo se puede llevar a cabo con un medidor de nivel de sonido manual. Sin embargo, es conveniente montar el medidor de nivel de sonido o micrófono en un soporte, para darle estabilidad; véase el numeral 9. Cuando sea posible, se recomienda usar un cable de extensión del micrófono, y los dispositivos de medición o registro se deberían colocar retirados del micrófono.

ADVERTENCIA Se debería prestar atención cuando se hacen mediciones en vehículos con el motor ubicado en la parte posterior o en la mitad, debido a que el ruido del motor y del ventilador de enfriamiento pueden afectar la medición exacta del ruido del escape.

6.2 COLOCACIÓN Y PREPARACIÓN DEL VEHÍCULO

La transmisión del vehículo debe estar en posición neutra y el embrague debe estar libre, o en posición de parqueo en el caso de transmisión automática; el freno de parqueo debe estar accionado por seguridad.

Si el vehículo está equipado con aire acondicionado, éste debe estar apagado.

Si el vehículo posee ventilador(es) que tienen un mecanismo de accionamiento automático, este sistema no debe interferir durante las mediciones del nivel de presión sonora.

La cubierta (*capó*) del motor debe estar cerrada.

Antes de cada serie de mediciones se debe llevar el motor a su temperatura normal de operación, según lo especifique el fabricante.

En el caso de motocicletas que no tienen cambio neutro, las revisiones se deben llevar a cabo con la rueda trasera elevada del suelo, de manera que pueda girar libremente.

Si es necesario levantar del suelo una motocicleta para llevar a cabo el ensayo, la posición de medición del micrófono se debe ajustar para lograr la distancia especificada del punto de referencia del tubo de escape; véase la Figura 1 para la ubicación de los puntos de referencia.

6.3 POSICIÓN DEL MICRÓFONO

El micrófono debe estar localizado a una distancia de $0,5 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ del punto de referencia del tubo de escape, según se define en la Figura 1, y a un ángulo de $45^\circ \pm 5^\circ$ en relación con el plano vertical que contiene el eje de flujo de la terminación del tubo. El micrófono debe estar a la altura del punto de referencia, pero no a menos de 0,2 m de la superficie del suelo. El eje de referencia del micrófono debe alinearse en un plano paralelo a la superficie del suelo y debe estar direccionado hacia el punto de referencia sobre la salida del tubo de escape.

Si son posibles dos posiciones del micrófono, se debe emplear aquella lateral más alejada de la línea central longitudinal del vehículo.

Si el eje del flujo de salida del tubo de escape está a 90° de la línea central del vehículo, el micrófono debe estar localizado en el punto más alejado del motor.

En el caso de un vehículo con dos o más salidas de escape separadas entre sí máximo 0,3 m y conectadas a un solo silenciador, solamente se debe hacer una medición. El micrófono debe estar ubicado en relación con la salida más alejada de la línea central longitudinal del vehículo, o cuando no exista dicha salida, con la salida que esté más alta sobre el suelo.

Para vehículos con salidas de escape separadas más de 0,3 m, se debe hacer una medición para cada salida como si fuera la única, y se debe registrar el nivel más alto de presión sonora medido.

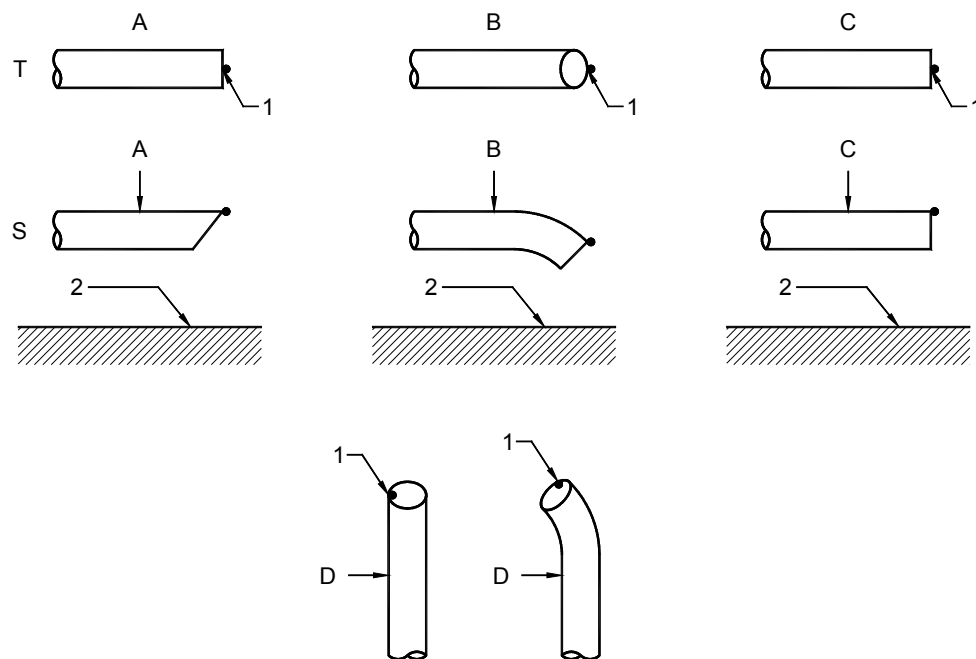
Para vehículos equipados con un escape vertical (por ejemplo, vehículos comerciales), el micrófono se debe colocar a la altura de la salida de escape. Su eje debe ser vertical y orientado hacia arriba. Se debe colocar a una distancia de $0,5 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ del punto de referencia del tubo de escape, tal y como se define en la Figura 1, pero nunca a menos de 0,2 m del lado del vehículo más cercano al tubo de escape.

Para vehículos en los cuales el punto de referencia del tubo de escape no es accesible o está ubicado debajo de la carrocería del vehículo, como se indica en las Figuras 2c) y 2d), debido a la presencia de obstáculos que forman parte del vehículo (llanta de repuesto, tanque de combustible, compartimiento de la batería), el micrófono se debe colocar al menos a 0,2 m del obstáculo más cercano, incluida la carrocería del vehículo, y su eje de máxima sensibilidad debe quedar de frente a la salida del escape desde la posición menos oculta por los obstáculos ya mencionados.

Cuando son posibles varias posiciones, como se ilustra en la Figura 2 d), se debe usar la posición del micrófono que da el valor más bajo de d_1 ó d_2 .

Las Figuras 2a) a 2e) muestran ejemplos de la posición del micrófono, dependiendo de la ubicación del tubo de escape.

Para verificación al lado de la carretera, el punto de referencia se puede desplazar a la superficie exterior de la carrocería del vehículo.



Convenciones

1. Punto de referencia
2. Superficie de la vía

- | | |
|---|--------------------------|
| A | Tubo con corte en sesgo |
| B | Tubo doblado hacia abajo |
| C | Tubo recto |
| D | Tubo vertical |

Figura 1. Punto de referencia

Dimensiones en metros a menos que se indique algo diferente

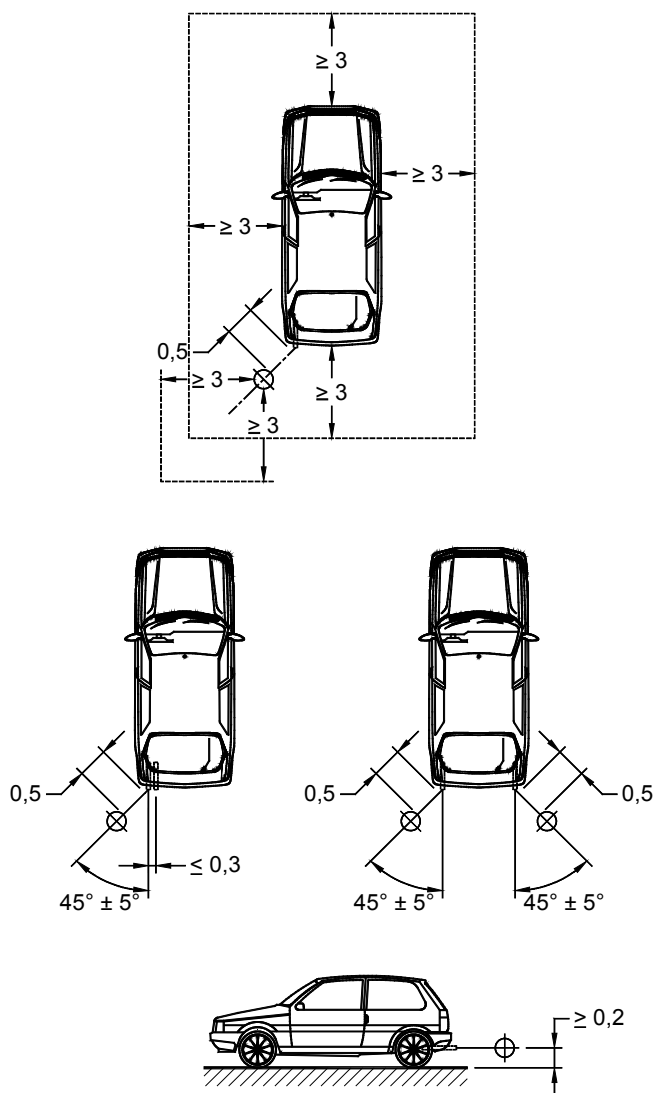


Figura 2 b)

Dimensiones en metros a menos que se indique algo diferente

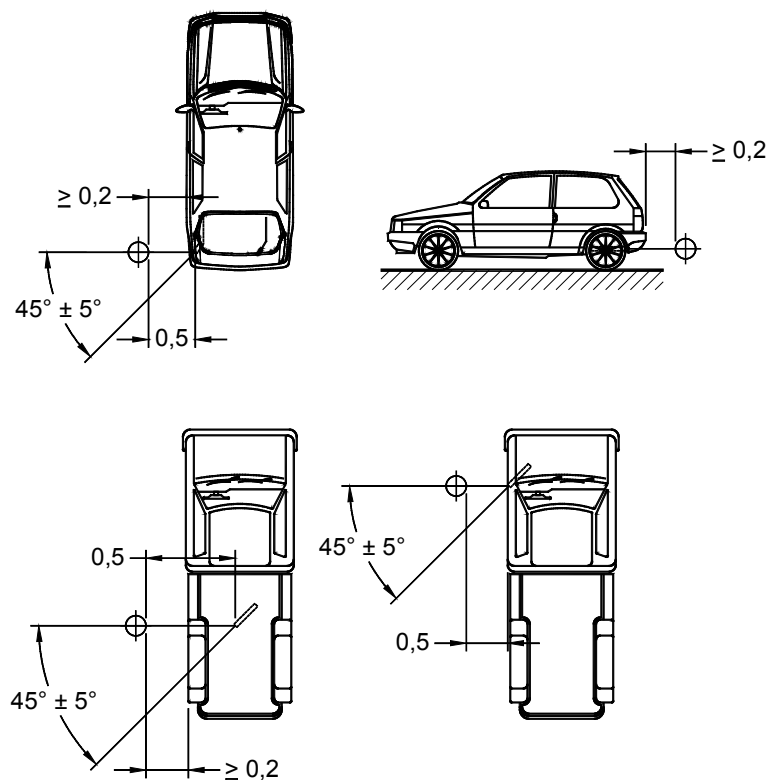
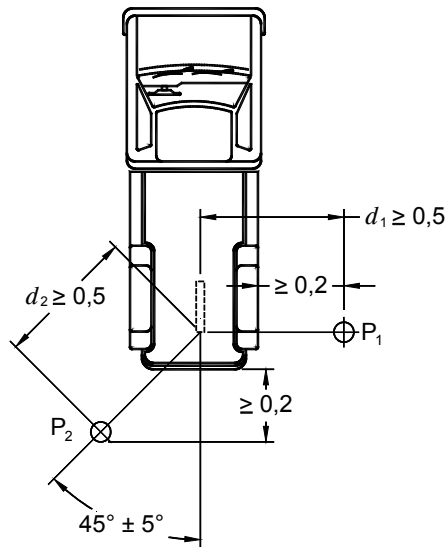


Figura 2 c)

Dimensiones en metros a menos que se indique algo diferente



P1, P2 Posiciones del micrófono 1 y 2, respectivamente.

d_1, d_2 distancias desde el tubo de escape a P1 y P2, respectivamente

Figura 2 d)

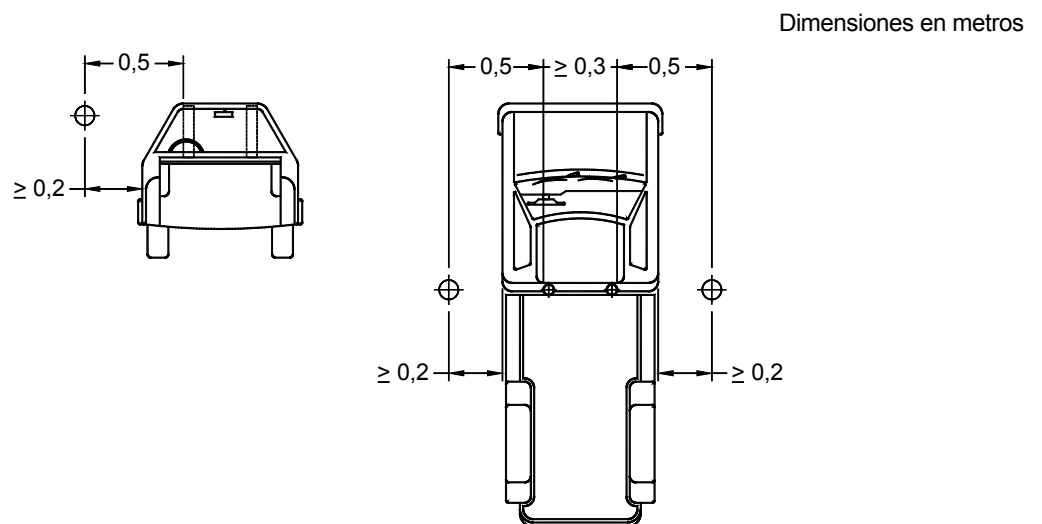


Figura 2 e)

Figura 2. Ejemplos de posiciones del micrófono para diversas ubicaciones del escape

6.4 VELOCIDAD OBJETIVO DEL MOTOR

6.4.1 Generalidades

Si el vehículo no puede alcanzar la velocidad del motor que se indica a continuación, la velocidad objetivo del motor debe ser inferior en un 5 % respecto a la máxima velocidad posible del motor en el ensayo estacionario.

6.4.2 Vehículos categoría L

La velocidad objetivo del motor debe ser:

- 75 % de la velocidad nominal del motor, S , para vehículos con $S \leq 5\,000\text{ min}^{-1}$ (5 000 rpm)
- 50 % de la velocidad nominal del motor, S , para vehículos con $S > 5\,000\text{ min}^{-1}$ (5 000 rpm),

con una tolerancia del 5 %

6.4.3 Vehículos categoría M, N

La velocidad objetivo del motor debe ser:

- 75 % de la velocidad nominal del motor, S , para vehículos con $S \leq 5\,000\text{ min}^{-1}$ (5 000 rpm)
- $3\,750\text{ min}^{-1}$ para vehículos con una velocidad nominal del motor de $5\,000 < S < 7\,500\text{ min}^{-1}$ (7 500 rpm)
- 50 % de la velocidad nominal del motor, S , para vehículos con $S \leq 7\,500\text{ min}^{-1}$ (7 500 rpm),

con una tolerancia de 5 %

6.5 CONDICIONES OPERATIVAS DEL MOTOR

La velocidad del motor se debe incrementar de manera gradual desde ralentí hasta la velocidad objetivo del motor, manteniéndola constante y sin exceder la banda de tolerancia indicada en el numeral 6.4.2 y/o 6.4.3. A continuación, el control de estrangulación se debe liberar rápidamente y la velocidad del motor debe retornar a ralentí. El nivel de presión sonora se debe medir durante un período de al menos 1 s a velocidad constante del motor, y durante todo el período de desaceleración. La lectura máxima del medidor de nivel sonoro se toma como el valor del ensayo.

La medición se debe considerar como válida si la velocidad del motor de ensayo no se desvía de la velocidad objetivo del motor en más de las tolerancias dadas en los numerales 6.4.2 y 6.4.3, al menos durante 1 s.

6.6 SISTEMA DE ESCAPE MULTIMODAL

Los vehículos equipados con un sistema de escape multimodal y un control de modo de escape manual se deben ensayar con el interruptor de modo en todas las posiciones.

7. MEDICIONES

Las mediciones se deben llevar a cabo de acuerdo con las ubicaciones del micrófono descritas en el numeral 6.3.

El máximo nivel de presión sonora ponderada A indicado durante el ensayo se debe registrar y redondear matemáticamente a la primera cifra significativa antes del lugar decimal (por ejemplo, 92,4 se debe redondear a 92, mientras que 92,5 se debe redondear a 93).

El ensayo se debe repetir hasta obtener tres mediciones consecutivas dentro de 2 dB entre sí, en cada salida.

El resultado para una salida dada es el promedio aritmético de las tres mediciones válidas, redondeadas matemáticamente como ya se indicó, y se debe reportar como el nivel de presión sonora ponderada-A, L_{Arep} , como se indica en la ecuación (1):

$$L_{Arep} = (L_{Ensayo,1} + L_{Ensayo,2} + L_{Ensayo,3}) / 3$$

Para vehículos equipados con salidas de escape múltiples, el nivel de presión sonora reportado L_{Arep} debe ser para la salida que tenga el mayor nivel de presión sonora promedio.

8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El resultado de ensayar un vehículo en uso se puede interpretar en comparación con los resultados del ensayo de referencia en el que se ensayó el vehículo usando el mismo método, por ejemplo, durante la aprobación tipo.

9. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

El procedimiento de medición descrito en los numerales anteriores se ve afectado por varios parámetros que conducen a la variación en el nivel resultante observado para el mismo sujeto. La fuente y naturaleza de estas perturbaciones no se conoce completamente, y algunas veces afecta el resultado final en una forma no predecible. La incertidumbre de los resultados obtenidos de las mediciones de acuerdo con esta Norma Internacional se puede evaluar utilizando el procedimiento dado en la Guía ISO 98 (formalmente denominado como GUM), o mediante comparaciones interlaboratorio de acuerdo con la norma ISO 5725 (todas las partes). Ya que todavía no se cuenta con datos amplios interlaboratorio e intralaboratorio, se siguió el procedimiento de la Guía ISO 98 para estimar la incertidumbre asociada con esta norma. Las incertidumbres indicadas a continuación se basan en datos estadísticos existentes, en el análisis de las tolerancias establecidas en esta norma internacional, y en el criterio de ingeniería. Las incertidumbres así determinadas se agruparon de la siguiente forma:

- a) Variaciones esperadas dentro del mismo laboratorio de ensayo y ligeras variaciones en las condiciones ambientales encontradas en una serie de ensayos individuales (entre una corrida y otra).
- b) Las variaciones esperadas dentro del mismo laboratorio de ensayo, pero con una variación en las condiciones ambientales y propiedades del equipo que se pueden esperar normalmente durante el año (entre un día y otro).

- c) Las variaciones entre laboratorios de ensayo en donde, aparte de las condiciones ambientales, también son diferentes los equipos, el personal y las condiciones de la superficie de la vía (entre un sitio y otro).

Si se reporta la incertidumbre ampliada, se debe incluir junto con el factor de cobertura correspondiente para la probabilidad de cobertura establecida del 80 %, como se define en la Guía ISO 98. La información sobre la determinación de la incertidumbre ampliada se presenta en el Anexo B.

NOTA El Anexo B presenta una estructura para un análisis basado en la Guía ISO 98, que se puede utilizar para llevar a cabo investigaciones futuras sobre incertidumbre de las mediciones para esta Norma Internacional.

Estos datos se presentan en la Tabla 1. La variabilidad se da para una probabilidad de cobertura del 80 %. Los datos expresan la variabilidad de los resultados para un determinado objeto de medición, y no tratan la variación del producto.

Tabla 1. Variabilidad de los resultados de las mediciones para una probabilidad de cobertura del 80 %

De una corrida a otra dB	De un día a otro dB	De un sitio a otro dB
0,8	1,2	1,9

Hasta que se disponga de conocimientos más específicos, los datos para variabilidad de un sitio a otro se pueden usar en los informes de ensayo para indicar la incertidumbre de la medición ampliada para una probabilidad de cobertura del 80 %.

Debido a la influencia de la incertidumbre, las diferencias entre el nivel de presión sonora del vehículo en uso y el de los ensayos de referencia correspondientes no se deberían considerar significativas a menos que sean iguales o mayores de 5 dB.

Las variaciones en el nivel de presión sonora de unidades idénticas de un proceso de producción se encuentran por fuera del alcance de la presente norma. Esta variación está dentro del alcance de los sistemas de control de calidad del fabricante.

10. INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) Una declaración de que el ensayo se realizó de acuerdo con esta norma.
- b) El sitio de ensayo, condiciones del suelo y climáticas.
- c) El tipo de equipo de medición, incluida la pantalla contra el viento.
- d) Un nivel de presión acústica ponderada A típica del ruido de fondo.
- e) La identificación del vehículo, su motor y su sistema de transmisión.
- f) Una descripción general de la ubicación del motor y la salida de escape.
- g) La ubicación y orientación del micrófono.
- h) La velocidad de operación del motor usado para el ensayo.
- i) El nivel de presión sonora ponderada A, L_{Arep} , determinado por el ensayo.

ANEXO A
(Informativo)**INFORMACIÓN TÉCNICA FUNDAMENTAL**

Existen varias razones técnicas para actualizar la norma ISO 5130, relacionadas con el método de ensayo estacionario desarrollado a finales de 1970. Desde la última actualización de este procedimiento ha habido un desarrollo continuo de la tecnología vehicular, incluida la reducción del ruido del escape y el diseño de sistemas de escape vehicular.

El alcance original del procedimiento era obtener un método sencillo para uso en verificaciones de sistemas de escape, realizadas al lado de la carretera, por ejemplo, por la policía o por las autoridades viales.

En algunos países/regiones se ha introducido un límite de ruido general para diferentes categorías de vehículos y se realizan controles para determinar fallas en el sistema de escape. La aplicación del procedimiento causa inexactitudes en los vehículos con motor en la parte posterior y en la parte media, ya que el ruido del motor puede ser la fuente de ruido dominante, lo que interfiere con la intención de la medición. En estos casos son necesarios escudos flexibles para separar las diferentes fuentes de ruido durante el ensayo, con lo que se añade complejidad y variabilidad a las mediciones.

Las investigaciones han demostrado que el presente método no es particularmente adecuado para verificar el sistema de escape contra un límite de ruido general, debido a la influencia de otras fuentes de ruido vehicular en la posición del micrófono. El grado en que otras fuentes de ruido pueden contribuir a la medición estacionaria depende del diseño del vehículo. Estas investigaciones también muestran que el ruido cercano al tubo de escape depende considerablemente de la velocidad del motor y puede variar hasta 20 dB sobre el intervalo típico de velocidades del motor en operación. Debido a que el sistema de escape de un vehículo es un elemento de sintonización acústica, los niveles de ruido no necesariamente se incrementan en forma lineal cuando aumenta la velocidad del motor. Entonces parece prudente actualizar la norma ISO 5130:1982, con el fin de definir más claramente su alcance y mejorar la exactitud del método de medición.

En algunos países, por ejemplo, los Estados miembros de la Unión Europea y Noruega, se ha introducido un sistema tal, que el nivel de ruido estacionario (medido durante la aprobación tipo o cuando el vehículo usado es importado) es etiquetado en los documentos de registro del vehículo que se mantienen en el vehículo. Este concepto brinda una base más eficiente para verificaciones puntuales del desempeño de los vehículos usando un ensayo estacionario. La comparación de los resultados del nivel de ruido obtenido al lado de la carretera, o de una inspección técnica periódica, con la línea base del ruido obtenido durante la aprobación tipo, da una medida más exacta del desempeño de cualquier vehículo dado. Se recomienda adicionar este método al alcance de este procedimiento para mejorar la validez de su aplicación.

La norma 5130 contenía un anexo que describía un método de cercanía para la medición de ruido de un motor estacionario. Este anexo ha sido eliminado, ya que parece que no hay necesidad de éste.

ANEXO B
(Informativo)**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN. ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS DE
INCERTIDUMBRE CON BASE EN LA GUÍA ISO 98****B.1 GENERALIDADES**

El procedimiento de medición se ve afectado por varios factores perturbadores que conducen a variaciones en el nivel resultante observado para el mismo sujeto. La fuente y naturaleza de estas perturbaciones no se conoce completamente y algunas veces afecta el resultado final de una manera no predecible. El formato aceptado para la expresión de incertidumbres asociadas generalmente con métodos de medición es el que se da en la Guía ISO 98. Este formato incluye una incertidumbre presupuestada en la que todas las fuentes de incertidumbre se identifican y cuantifican, de la cual se puede obtener la incertidumbre combinada. Las incertidumbres se deben a:

- Variaciones en los dispositivos de medición tales como medidores de nivel de sonido, calibradores y dispositivos para medición de velocidad del motor.
- Variaciones en las condiciones ambientales locales que afectan la propagación del sonido en el momento de la medición.
- Variaciones en las condiciones ambientales locales que afectan las características de la fuente.
- El efecto de las condiciones ambientales que influyen en las características mecánicas de la fuente, principalmente el desempeño del motor (presión del aire, densidad del aire, humedad, temperatura del aire).
- Propiedades del sitio de ensayo.

La incertidumbre determinada de acuerdo con el numeral 9 representa la incertidumbre asociada con esta Norma Internacional. No trata sobre la incertidumbre asociada con la variación en los procesos de producción del fabricante. Las variaciones en el nivel de presión sonora del escape de unidades idénticas de un proceso de producción se encuentran por fuera de esta Norma Internacional.

Los efectos de la incertidumbre se pueden agrupar en las tres categorías que surgen de las siguientes fuentes; véase el numeral 9:

- a) Incertidumbre debida a cambios en la operación del vehículo con corridas consecutivas, cambios pequeños en las condiciones climáticas, cambios pequeños en los niveles de ruido de fondo e incertidumbre del sistema de medición. Se hace referencia a ella como variaciones entre corridas.
- b) Incertidumbre debida a cambios en las condiciones climáticas durante todo el año, propiedades cambiantes de un sitio de ensayo con el tiempo, cambios en el desempeño del sistema de medición durante períodos prolongados, y cambios en la operación del vehículo. Se hace referencia a ella como variaciones de un día a otro.
- c) Incertidumbre debida a diferentes sitios de ensayo, sistemas de medición y operación del vehículo. Se hace referencia a ella como variaciones de un sitio a otro.

La variación de un sitio a otro comprende las fuentes de incertidumbre de a), b) y c). La variación de un día a otro comprende las fuentes de incertidumbre de a) y b).

B.2 EXPRESIÓN PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA DURANTE LA OPERACIÓN DEL ESCAPE EN CONDICIONES ESTACIONARIAS

La expresión general para el cálculo del nivel de presión sonora del escape en condiciones estacionarias, L_{Arep} , está dada por la ecuación (B.1):

$$L_{Arep} = (L_{Ensayo,1} + L_{Ensayo,2} + L_{Ensayo,3}) / 3 + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 \quad (B.1)$$

en donde

L_{Arep} es el nivel de presión sonora ponderada A reportada.

L_{Ensayo} es el nivel de presión sonora ponderada A para cada ensayo individual, i ;

δ_1 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en el sistema de medición.

δ_2 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en las condiciones ambientales que afectan la propagación del sonido desde la fuente durante el tiempo de medición;

δ_3 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en la velocidad del motor.

δ_4 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en las condiciones ambientales locales que afectan las características de la fuente.

δ_5 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en el efecto de las condiciones ambientales sobre las características mecánicas de la unidad de potencia.

δ_6 es una cantidad de entrada para prever cualquier incertidumbre en el efecto de las propiedades del sitio de ensayo.

NOTA Las entradas incluidas en la ecuación (B.1) para prever los errores son las que se considera que son aplicables en el estado del conocimiento en el momento de elaboración de la presente norma internacional, pero investigaciones adicionales pueden revelar que existen otras.

B.3 INCERTIDUMBRE PRESUPUESTADA

Los valores estimados de las funciones delta pueden ser principalmente positivas o negativas, aunque se consideran cero para la medición dada; véase la Tabla B.1. Sus incertidumbres no son aditivas para el propósito de determinar el resultado de una medición.

Tabla B.1 Incertidumbre presupuestada para la determinación del nivel de presión sonora reportado

Cantidad	Estimado dB	Incertidumbre estándar u_i dB	Distribución de probabilidad	Coefficiente de sensibilidad c_i	Contribución a la incertidumbre $u_i c_i$ dB
$L_{\text{Ensayo},i}$	$L_{\text{Ensayo},i}$	-	-	1	-
δ_1	0	-	-	1	-
δ_2	0	-	-	1	-
δ_3	0	-	-	1	-
δ_4	0	-	-	1	-
δ_5	0	-	-	1	-
δ_6	0	-	-	1	-

De las contribuciones individuales a la incertidumbre, $u_i c_i$ la incertidumbre estándar combinada, u , se puede calcular de acuerdo con las reglas de la Guía ISO 98, teniendo en cuenta las correlaciones potenciales entre diferentes cantidades de entrada.

NOTA La evaluación de la incertidumbre descrita representa una estructura que brinda información útil a los usuarios de esta Norma Internacional. Esta información representa el estado de la información técnica en la actualidad. Se requiere trabajo adicional para brindar información sobre la incertidumbre en todos los términos de la ecuación (B.1) y todas las interacciones entre estos términos.

B.4 INCERTIDUMBRE AMPLIADA DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre ampliada, U , se calcula multiplicando la incertidumbre estándar combinada, u , con el factor de cobertura apropiado para la probabilidad de cobertura escogida, como se describe en la Guía ISO 98.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 362-1: *Measurement of Noise Emitted by Accelerating Road Vehicles - Engineering Method - Part 1: M and N Categories.*
- [2] SAE J1492:1998-05, *Measurement of Light Vehicle Stationary Exhaust System Sound Level Engine Speed Sweep Method.*
- [3] SAE J1287:1998-07, *Measurement of Exhaust Sound Levels of Stationary Motorcycles*
- [4] ISO 80000-2¹⁾ *Quantities and Units - Part 2: Mathematical Signs and Symbols to be Used in the Natural Sciences and Technology*

DOCUMENTO DE REFERENCIA

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Acoustics - Measurements of Sound Pressure Level Emitted by Stationary Road Vehicles*. Geneve, 2006. 17 p. (ISO/FDIS 5130).