

Normas y métodos
recomendados internacionales



Anexo 16
al Convenio sobre
Aviación Civil Internacional

Protección del medio ambiente

Volumen I
Ruido de las aeronaves

Esta edición incorpora todas las enmiendas adoptadas por el Consejo antes del 24 de febrero de 2005 y reemplaza, desde el 24 de noviembre de 2005, todas las ediciones anteriores del Anexo 16, Volumen I.

Véase en el Preámbulo la información relativa a la aplicación de las normas y métodos recomendados.

Cuarta edición
Julio de 2005

Organización de Aviación Civil Internacional

Publicado por separado en español, francés, inglés y ruso, por la Organización de Aviación Civil Internacional. Toda la correspondencia, con excepción de los pedidos y suscripciones, debe dirigirse al Secretario General.

Los pedidos deben dirigirse a las direcciones siguientes junto con la correspondiente remesa (mediante giro bancario, cheque u orden de pago) en dólares estadounidenses o en la moneda del país de compra. En la Sede de la OACI también se aceptan pedidos pagaderos con tarjetas de crédito (American Express, MasterCard o Visa).

International Civil Aviation Organization. Attention: Document Sales Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
Teléfono: +1 (514) 954-8022; Facsímil: +1 (514) 954-6769; Sitatex: YULCAYA; Correo-e: sales@icao.int; World Wide Web: <http://www.icao.int>

Alemania. UNO-Verlag GmbH, August-Bebel-Allee 6, 53175 Bonn
Teléfono: +49 (0) 228-94 90 2-0; Facsímil: +49 (0) 228-94 90 2-22; Correo-e: info@uno-verlag.de; World Wide Web: <http://www.uno-verlag.de>

Camerún. KnowHow, 1, Rue de la Chambre de Commerce-Bonanjo, B.P. 4676, Douala / Teléfono: +237 343 98 42; Facsímil: + 237 343 89 25;
Correo-e: knowhow_doc@yahoo.fr

China. Glory Master International Limited, Room 434B, Hongshen Trade Centre, 428 Dong Fang Road, Pudong, Shanghai 200120
Teléfono: +86 137 0177 4638; Facsímil: +86 21 5888 1629; Correo-e: glorymaster@online.sh.cn

Egipto. ICAO Regional Director, Middle East Office, Egyptian Civil Aviation Complex, Cairo Airport Road, Heliopolis, Cairo 11776
Teléfono: +20 (2) 267 4840; Facsímil: +20 (2) 267 4843; Sitatex: CAICAYA; Correo-e: icaomid@cairo.icao.int

Eslovaquia. Air Traffic Services of the Slovak Republic, Letové prevádzkové služby Slovenskej Republiky, State Enterprise, Letisko M.R. Štefánika, 823 07 Bratislava 21 / Teléfono: +421 (7) 4857 1111; Facsímil: +421 (7) 4857 2105

España. A.E.N.A. — Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 14, Planta Tercera, Despacho 3. 11, 28027 Madrid / Teléfono: +34 (91) 321-3148; Facsímil: +34 (91) 321-3157; Correo-e: sssc.ventasoci@aena.es

Federación de Rusia. Aviaizdat, 48, Ivan Franko Street, Moscow 121351 / Teléfono: +7 (095) 417-0405; Facsímil: +7 (095) 417-0254

Francia. Directeur régional de l'OACI, Bureau Europe et Atlantique Nord, 3 bis, villa Émile-Bergerat, 92522 Neuilly-sur-Seine (Cedex)
Teléfono: +33 (1) 46 41 85 85; Facsímil: +33 (1) 46 41 85 00; Sitatex: PAREUYA; Correo-e: icaocurnat@paris.icao.int

India. Oxford Book and Stationery Co., Scindia House, New Delhi 110001 o 17 Park Street, Calcutta 700016
Teléfono: +91 (11) 331-5896; Facsímil: +91 (11) 51514284

India. Sterling Book House — SBH, 181, Dr. D. N. Road, Fort, Bombay 400001
Teléfono: +91 (22) 2261 2521, 2265 9599; Facsímil: +91 (22) 2262 3551; Correo-e: sbh@vsnl.com

Japón. Japan Civil Aviation Promotion Foundation, 15-12, 1-chome, Toranomon, Minato-Ku, Tokyo
Teléfono: +81 (3) 3503-2686; Facsímil: +81 (3) 3503-2689

Kenya. ICAO Regional Director, Eastern and Southern African Office, United Nations Accommodation, P.O. Box 46294, Nairobi
Teléfono: +254 (20) 7622 395; Facsímil: +254 (20) 7623 028; Sitatex: NBOCAYA; Correo-e: icao@icao.unon.org

México. Director Regional de la OACI, Oficina Norteamérica, Centroamérica y Caribe, Av. Presidente Masaryk No. 29, 3er. Piso, Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México, D.F.
Teléfono: +52 (55) 52 50 32 11; Facsímil: +52 (55) 52 03 27 57; Correo-e: icao_nacc@mexico.icao.int

Nigeria. Landover Company, P.O. Box 3165, Ikeja, Lagos
Teléfono: +234 (1) 4979780; Facsímil: +234 (1) 4979788; Sitatex: LOSLORK; Correo-e: aviation@landovercompany.com

Perú. Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Apartado 4127, Lima 100
Teléfono: +51 (1) 575 1646; Facsímil: +51 (1) 575 0974; Sitatex: LIMCAYA; Correo-e: mail@lima.icao.int

Reino Unido. Airplan Flight Equipment Ltd. (AFE), 1a Ringway Trading Estate, Shadowmoss Road, Manchester M22 5LH
Teléfono: +44 161 499 0023; Facsímil: +44 161 499 0298 Correo-e: enquiries@afeonline.com; World Wide Web: <http://www.afeonline.com>

Senegal. Directeur régional de l'OACI, Bureau Afrique occidentale et centrale, Boîte postale 2356, Dakar
Teléfono: +221 839 9393; Facsímil: +221 823 6926; Sitatex: DKRCAYA; Correo-e: icaodkr@icao.sn

Sudáfrica. Avex Air Training (Pty) Ltd., Private Bag X102, Halfway House, 1685, Johannesburg
Teléfono: +27 (11) 315-0003/4; Facsímil: +27 (11) 805-3649; Correo-e: avex@iafrica.com

Suiza. Adeco-Editions van Diermen, Attn: Mr. Martin Richard Van Diermen, Chemin du Lacuez 41, CH-1807 Blonay
Teléfono: +41 021 943 2673; Facsímil: +41 021 943 3605; Correo-e: mvandiermen@adeco.org

Tailandia. ICAO Regional Director, Asia and Pacific Office, P.O. Box 11, Samyae Ladprao, Bangkok 10901
Teléfono: +66 (2) 537 8189; Facsímil: +66 (2) 537 8199; Sitatex: BKKCAYA; Correo-e: icao_apac@bangkok.icao.int

1/06

Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI

Este catálogo anual comprende los títulos de todas las publicaciones y ayudas audiovisuales disponibles. En los suplementos al catálogo se anuncian las nuevas publicaciones y ayudas audiovisuales, enmiendas, suplementos, reimpresiones, etc.

Puede obtenerse gratuitamente pidiéndolo a la Subsección de venta de documentos, OACI.

**Normas y métodos
recomendados internacionales**



**Anexo 16
al Convenio sobre
Aviación Civil Internacional**

Protección del medio ambiente

**Volumen I
Ruido de las aeronaves**

Esta edición incorpora todas las enmiendas adoptadas por el Consejo antes del 24 de febrero de 2005 y reemplaza, desde el 24 de noviembre de 2005, todas las ediciones anteriores del Anexo 16, Volumen I.

Véase en el Preámbulo la información relativa a la aplicación de las normas y métodos recomendados.

Cuarta edición
Julio de 2005

Organización de Aviación Civil Internacional

ENMIENDAS

La publicación de enmiendas y corrigendos se anuncia periódicamente en la *Revista de la OACI* y en los suplementos mensuales del *Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI*, documentos que deberían consultar quienes utilizan esta publicación. Las casillas en blanco facilitan la anotación.

REGISTRO DE ENMIENDAS Y CORRIGENDOS

[illegible][illegible]

ÍNDICE

	<i>Página</i>		<i>Página</i>
Preámbulo	(vii)	2. Aviones de más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha	II-4-1
Parte I. DEFINICIONES	I-1	4.1 Aplicación	II-4-1
Parte II. HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES	II-1-1	4.2 Mediciones del ruido	II-4-1
CAPÍTULO 1. Administración	II-1-2	4.3 Puntos de referencia para la medición del ruido	II-4-1
CAPÍTULO 2. Aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 6 de octubre de 1977 ...	II-2-1	4.4 Niveles máximos de ruido	II-4-2
2.1 Aplicación	II-2-1	4.5 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-4-2
2.2 Medida de la evaluación del ruido	II-2-1	4.6 Procedimientos de ensayo	II-4-2
2.3 Puntos de medición del ruido	II-2-1	4.7 Rehomologación	II-4-2
2.4 Niveles máximos de ruido	II-2-2	CAPÍTULO 5. Aviones de más de 5 700 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 1 de enero de 1985	II-5-1
2.5 Compensaciones	II-2-2	5.1 Aplicación	II-5-1
2.6 Procedimientos de ensayo	II-2-3	5.2 Mediciones del ruido	II-5-1
CAPÍTULO 3.		5.3 Puntos de medición del ruido	II-5-2
1. Aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha		5.4 Niveles máximos de ruido	II-5-2
2. Aviones de más de 5 700 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 1985 o entre esa fecha y el 17 de noviembre de 1988		5.5 Compensaciones	II-5-2
3. Aviones de más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2006	II-3-1	5.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-5-2
3.1 Aplicación	II-3-1	5.7 Procedimientos de ensayo	II-5-3
3.2 Mediciones del ruido	II-3-2	CAPÍTULO 6. Aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 17 de noviembre de 1988	II-6-1
3.3 Puntos de referencia para la medición del ruido	II-3-2	6.1 Aplicación	II-6-1
3.4 Niveles máximos de ruido	II-3-2	6.2 Medida de la evaluación del ruido	II-6-1
3.5 Compensaciones	II-3-3	6.3 Niveles máximos de ruido	II-6-1
3.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-3-3	6.4 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-6-1
3.7 Procedimientos de ensayo	II-3-4	6.5 Procedimientos de ensayo	II-6-1
CAPÍTULO 4.		CAPÍTULO 7. Aviones STOL propulsados por hélice	II-7-1
1. Aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha		CAPÍTULO 8. Helicópteros	II-8-1
		8.1 Aplicación	II-8-1
		8.2 Medida de evaluación del ruido	II-8-1

	Página
8.3 Puntos de referencia para la medición del ruido	II-8-1
8.4 Niveles máximos de ruido	II-8-2
8.5 Compensaciones	II-8-2
8.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-8-2
8.7 Procedimientos de ensayo	II-8-4
 CAPÍTULO 9. Grupos auxiliares de energía (APU) instalados a bordo y sistemas asociados de aeronave durante operaciones en tierra	 II-9-1
 CAPÍTULO 10. Aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o para la versión derivada, aceptada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha	 II-10-1
10.1 Aplicación	II-10-1
10.2 Medida de la evaluación del ruido	II-10-1
10.3 Puntos de referencia para la medición del ruido	II-10-1
10.4 Niveles máximos de ruido	II-10-1
10.5 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-10-2
10.6 Procedimientos de ensayo	II-10-2
 CAPÍTULO 11. Helicópteros de no más de 3 175 kg de masa máxima certificada de despegue	 II-11-1
11.1 Aplicación	II-11-1
11.2 Medida de la evaluación del ruido	II-11-1
11.3 Puntos de referencia para la medición del ruido	II-11-1
11.4 Nivel máximo de ruido	II-11-1
11.5 Procedimientos de referencia para la homologación acústica	II-11-2
11.6 Procedimientos de ensayo	II-11-2
 CAPÍTULO 12. Aviones supersónicos	 II-12-1
12.1 Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 1 de enero de 1975	II-12-1
12.2 Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 1975 o después de esa fecha	II-12-1
 CAPÍTULO 13. Aeronaves de rotor basculante	 II-13-1
 Parte III. Medición del ruido para fines de vigilancia	 III-1

Parte IV. EVALUACIÓN DEL RUIDO

EN LOS AEROPUERTOS	IV-1
---------------------------------	-------------

Parte V. ENFOQUE EQUILIBRADO PARA

LA GESTIÓN DEL RUIDO	V-1
-----------------------------------	------------

APÉNDICES

APÉNDICE 1. Método de evaluación para la homologación acústica de aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 6 de octubre de 1977

AP 1-1

1. Introducción	AP 1-1
2. Condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica	AP 1-1
3. Medición del ruido de los aviones percibido en tierra	AP 1-3
4. Cálculo del nivel efectivo de ruido percibido a partir de los datos de medición de ruido	AP 1-7
5. Notificación de datos a las autoridades encargadas de la homologación y corrección de los datos medidos	AP 1-12
6. Nomenclatura	AP 1-14
7. Formulación matemática de las tablas noy	AP 1-18
8. Atenuación del sonido en el aire	AP 1-19
9. Procedimientos detallados de corrección	AP 1-27

APÉNDICE 2. Método de evaluación para la homologación acústica de:

1. Aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha	
2. Aviones de más de 5 700 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 1985 o entre esa fecha y el 17 de noviembre de 1988	
3. Aviones de más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha	
4. Helicópteros	AP 2-1
1. Introducción	AP 2-1
2. Condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica	AP 2-1
3. Medición del ruido de las aeronaves percibido en tierra	AP 2-3
4. Cálculo del nivel efectivo de ruido percibido a partir de los datos de medición de ruido	AP 2-10

	<i>Página</i>
5. Notificación de datos a las autoridades encargadas de la homologación	AP 2-16
6. Nomenclatura: símbolos y unidades	AP 2-17
7. Atenuación del sonido en el aire	AP 2-20
8. Ajustes de los resultados de los ensayos en vuelo de los helicópteros	AP 2-20
9. Ajustes de los resultados de los ensayos en vuelo de los aviones	AP 2-27
 APÉNDICE 3. Método de evaluación para la homologación acústica de los aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 17 de noviembre de 1988	 AP 3-1
1. Introducción	AP 3-1
2. Condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica	AP 3-1
3. Medición del ruido de los aviones percibido en tierra	AP 3-2
4. Notificación de datos a las autoridades encargadas de la homologación y corrección de los datos medidos	AP 3-3
 APÉNDICE 4. Método de evaluación para la homologación acústica de los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue no excede de 3 175 kg	 AP 4-1
1. Introducción	AP 4-1
2. Condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica	AP 4-1
3. Definición de unidad de medición del ruido	AP 4-2
4. Medición del ruido del helicóptero percibido en tierra	AP 4-2
5. Ajuste de los resultados de los ensayos	AP 4-4
6. Notificación de datos a las autoridades encargadas de la homologación y validez de los resultados	AP 4-4
 APÉNDICE 5. Vigilancia del ruido producido por las aeronaves en los aeródromos y en sus proximidades	 AP 5-1
1. Introducción	AP 5-1
2. Definición	AP 5-1
3. Equipo de medición	AP 5-1
4. Instalación del equipo en el terreno	AP 5-3

APÉNDICE 6. Método de evaluación para la homologación acústica de los aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha	AP 6-1
1. Introducción	AP 6-1
2. Condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica	AP 6-1
3. Definición de la unidad de medición del ruido	AP 6-2
4. Medición del ruido del avión percibido en tierra	AP 6-2
5. Ajustes de los resultados de los ensayos	AP 6-4
6. Notificación de datos a las autoridades encargadas de la homologación y validez de los resultados	AP 6-5

ADJUNTOS

ADJUNTO A. Ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue	ADJ A-1
ADJUNTO B. Directrices para la homologación acústica de aviones STOL propulsados por hélice	ADJ B-1
ADJUNTO C. Directrices para la homologación acústica de grupos auxiliares de energía (APU) y sistemas asociados de aeronave durante operaciones en tierra	ADJ C-1
ADJUNTO D. Directrices para evaluar otro método de medición del ruido de aproximación de los helicópteros	ADJ D-1
ADJUNTO E. Aplicación de las normas de homologación acústica del Anexo 16 para los aviones propulsados por hélice	ADJ E-1
ADJUNTO F. Directrices para la homologación acústica de aeronaves de rotor basculante	ADJ F-1
ADJUNTO G. Directrices para la administración de la documentación de homologación acústica	ADJ G-1
ADJUNTO H. Directrices para obtener datos del ruido de helicópteros para fines de planificación de la utilización del terreno	ADJ H-1

PREÁMBULO

Antecedentes

Las normas y métodos recomendados referentes al ruido de las aeronaves fueron adoptados inicialmente por el Consejo el 2 de abril de 1971, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Chicago, 1944), con la designación de Anexo 16 al Convenio. El Anexo 16 se preparó de la siguiente manera:

La Asamblea en su 16° período de sesiones, Buenos Aires, septiembre de 1968, adoptó la resolución siguiente:

A16-3: Ruido producido por las aeronaves en la proximidad de los aeropuertos

Considerando que el problema del ruido de las aeronaves es tan serio en las proximidades de muchos de los aeropuertos del mundo, que la reacción del público está aumentando, hasta el punto de causar gran preocupación, y que requiere urgente solución;

Considerando que el ruido que preocupa al público y a las autoridades de aviación civil hoy día se debe al aumento del tráfico de las aeronaves existentes;

Considerando que la introducción de futuros tipos de aeronaves podría aumentar y agravar este ruido, a no ser que se tomen medidas para aliviar la situación;

Considerando que la Quinta Conferencia de navegación aérea de la OACI, celebrada en Montreal en noviembre de 1967, hizo ciertas recomendaciones basadas en las conclusiones principales de la Conferencia internacional sobre la atenuación del ruido y las perturbaciones causadas por las aeronaves civiles (la Conferencia de Londres sobre el ruido), celebrada en Londres en noviembre de 1966, con el fin de lograr soluciones internacionales al problema, dentro del marco de la OACI; y

Considerando que la Asamblea ha tomado nota de las medidas adoptadas por el Consejo, en consulta con los Estados y organismos internacionales apropiados, para poner en práctica las recomendaciones de la Quinta Conferencia de navegación aérea, tal como ha informado el Secretario General a la Asamblea;

LA ASAMBLEA RESUELVE encargar al Consejo:

- 1) que convoque, tan pronto como sea posible, y teniendo en cuenta la necesidad de proceder a la preparación apropiada, una conferencia internacional patrocinada por la OACI para examinar el problema que plantea el ruido producido por las aeronaves en la proximidad de los aeropuertos;
- 2) que formule especificaciones internacionales y los correspondientes textos de orientación sobre el ruido producido por las aeronaves;

- 3) que incluya en los Anexos y demás documentos pertinentes, existentes y posiblemente en un Anexo independiente dedicado al ruido, textos tales como la descripción del ruido de las aeronaves y los métodos para la medición del mismo, así como las limitaciones que convendría imponer al ruido producido por las aeronaves que afecta a las poblaciones situadas en la proximidad de los aeropuertos; y
- 4) que vaya publicando progresivamente estos textos, comenzando lo antes posible.

En respuesta a la Resolución A16-3 de la Asamblea, se celebró en Montreal (noviembre-diciembre de 1969) una conferencia especial sobre el ruido producido por las aeronaves en las proximidades de los aeródromos para examinar los siguientes aspectos relacionados con los problemas del ruido producido por las aeronaves:

- a) procedimientos para describir y medir el ruido producido por las aeronaves;
- b) tolerancia humana al ruido producido por las aeronaves;
- c) homologación de las aeronaves en cuanto al ruido;
- d) criterios para la formulación de procedimientos operacionales para atenuar el ruido de las aeronaves;
- e) reglamentación de la utilización de los terrenos; y
- f) procedimientos para atenuar el ruido producido por los motores cuando se prueben en tierra.

A base de las recomendaciones de la Conferencia especial sobre el ruido producido por las aeronaves en las proximidades de los aeródromos, se elaboraron proyectos de normas y métodos recomendados internacionales referentes al ruido de las aeronaves y, después de su enmienda subsiguientemente a la acostumbrada consulta a los Estados miembros de la Organización, se adoptaron por el Consejo para formar el texto de este Anexo.

Al elaborar los SARPS relativos al control de las emisiones de los motores de aeronaves, se advirtió que todas las disposiciones sobre los aspectos ambientales de la aviación deberían incluirse en un solo documento. En consecuencia, se acordó, como parte de la resolución de adopción de la Enmienda 5, que el Anexo 16 pasase a titularse “Protección del medio ambiente” y que el Volumen I incluyese las disposiciones actuales (tercera edición) del Anexo 16 — *Ruido de las aeronaves*, modificadas por la Enmienda 5, en tanto que el Volumen II debería contener las disposiciones relativas a las emisiones de los motores de aeronaves.

En diversos períodos de sesiones de la Asamblea y del Consejo, se ha tratado el tema del ruido de las aeronaves desde la reunión especial sobre el ruido de las aeronaves en las inmediaciones de los aeródromos, concentrándose en varios aspectos relativos a los problemas del ruido de las aeronaves que se identificaron en la reunión especial. En su 33° período de sesiones, celebrado en Montreal del 25 de septiembre al 5 de octubre de 2001, la Asamblea, en su Resolución A33-7, hizo una Declaración refundida de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente, en gran medida para “incorporar nuevas políticas y textos de orientación de la OACI respecto al ruido de las aeronaves” y para reflejar el concepto de un “enfoque equilibrado” para la gestión del ruido, que se han elaborado con el tiempo.

En el Apéndice C de la Resolución A33-7 de la Asamblea se define que el enfoque equilibrado para la gestión del ruido consiste en determinar el problema del ruido en un aeropuerto y luego analizar las diversas medidas disponibles para reducirlo considerando cuatro elementos principales, es decir, reducción en la fuente, planificación y gestión de la utilización de terrenos, procedimientos operacionales de atenuación del ruido y restricciones a las operaciones, con miras a resolver el problema del ruido de la forma más económica.

Además de proporcionarse detalles adicionales sobre el concepto de enfoque equilibrado, en la Resolución A33-7 de la Asamblea se insta a los Estados a que adopten un enfoque equilibrado para la gestión del ruido.

Los elementos principales del enfoque equilibrado se analizan en varias partes del Anexo 16, Volumen I, y en las directrices adoptadas por la OACI. La reducción del ruido en la fuente mediante la homologación acústica de las aeronaves se trata en el Anexo 16, Volumen I, Parte II. En la Parte V, pueden encontrarse referencias a los demás elementos que conforman el enfoque equilibrado.

En la Tabla A se indica el origen de las enmiendas del Anexo a través del tiempo, junto con una lista de los temas principales a que se refieren y las fechas en que el Consejo adoptó o aprobó el Anexo y las enmiendas, las fechas en que surtieron efecto y las de aplicación.

Aplicación

La Parte I del Volumen I del Anexo 16 contiene definiciones y la Parte II contiene normas, métodos recomendados y directrices para la homologación acústica, aplicables a los tipos de aeronaves especificados en cada uno de los capítulos de esta parte, cuando dichas aeronaves se dediquen a la navegación aérea internacional.

Nota.— De los Capítulos 2 y 3 se excluyen los aviones de reacción de despegue y aterrizaje cortos (STOL), los que, mientras la OACI no prepare una definición adecuada, se describen, para los fines de este Anexo, como aquéllos que

sólo necesitan pistas (sin zona de parada ni zona libre de obstáculos) de 610 m o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad.

Las Partes III, IV y V del Volumen I del Anexo 16 contienen métodos recomendados y texto de orientación para uso de los Estados con objeto de fomentar la uniformidad en lo tocante a: la medición del ruido para fines de vigilancia; la evaluación del ruido alrededor de los aeropuertos y con respecto al enfoque equilibrado para la gestión del ruido.

Medidas a tomar por los Estados contratantes

Notificación de diferencias. Se señala a la atención de los Estados contratantes la obligación que les impone el Artículo 38 del Convenio, en virtud del cual se pide a los Estados contratantes que notifiquen a la Organización cualquier diferencia entre sus reglamentos y métodos nacionales y las normas internacionales contenidas en este Anexo y en las enmiendas del mismo. Se pide a los Estados contratantes que en su notificación incluyan las diferencias respecto a los métodos recomendados contenidos en este Anexo y en las enmiendas del mismo, cuando la notificación de dichas diferencias sea de importancia para la seguridad de la navegación aérea. Además, se invita a los Estados contratantes a que mantengan a la Organización debidamente informada de todas las diferencias subsiguientes, o de la eliminación de cualquiera de ellas notificada previamente. Inmediatamente después de la adopción de cada enmienda de este Anexo, se enviará a los Estados contratantes una solicitud específica para la notificación de diferencias.

También se señala a la atención de los Estados lo dispuesto en el Anexo 15 referente a la publicación de diferencias entre sus reglamentos y métodos nacionales y las correspondientes normas y métodos recomendados de la OACI por medio del servicio de información aeronáutica, además de la obligación que impone a los Estados el Artículo 38 del Convenio.

Uso del texto del Anexo en los reglamentos nacionales. El Consejo, el 13 de abril de 1948, adoptó una resolución en la que hacía presente a los Estados contratantes, la conveniencia de que, en la medida de lo posible, emplearan en sus propios reglamentos nacionales la misma redacción de las normas de la OACI que tienen carácter preceptivo, y que indicaran también cuándo se han apartado del texto de las normas, así como las demás disposiciones nacionales que tuvieran importancia para la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional. Siempre que ha sido posible, las disposiciones de este Anexo se han redactado de manera que puedan incluirse en las legislaciones nacionales sin variaciones importantes.

Carácter de cada una de las partes componentes del Anexo

Los Anexos constan de las siguientes partes, aunque no obligatoriamente, y cada una de ellas tiene el carácter que se indica:

1.— *Texto que constituye el Anexo propiamente dicho:*

- a) *Normas y Métodos recomendados* que el Consejo ha adoptado de conformidad con las disposiciones del Convenio. Su definición es la siguiente:

Norma: Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional y a la que, de acuerdo con el Convenio, se ajustarán los Estados contratantes. En el caso de que sea imposible su cumplimiento, el Artículo 38 del Convenio estipula que es obligatorio hacer la correspondiente notificación al Consejo.

Método recomendado. Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera conveniente por razones de seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea internacional, y a la cual, de acuerdo con el Convenio, tratarán de ajustarse los Estados contratantes.

- b) *Apéndices* con texto que por conveniencia se agrupa por separado, pero que forma parte de las normas y métodos recomendados que ha adoptado el Consejo.
- c) *Disposiciones* que gobiernan la aplicación de las normas y métodos recomendados.
- d) *Definiciones* de la terminología empleada en las normas y métodos recomendados, que no es explícita porque no tiene el significado corriente. Las definiciones no tienen carácter independiente pues son parte esencial de cada una de las normas y métodos recomendados en que se usa la terminología, ya que cualquier cambio en el significado de ésta afectaría la disposición.

2.— *Texto aprobado por el Consejo para su publicación en relación con las normas y métodos recomendados:*

- a) *Preámbulos* que comprenden antecedentes históricos y textos explicativos basados en las medidas del Consejo, y que incluyen una explicación de las obligaciones de los Estados, dimanantes del Convenio y de las resoluciones de adopción, en cuanto a la aplicación de las normas y métodos recomendados.
- b) *Introducciones* que contienen texto explicativo al principio de las partes, capítulos y secciones de los Anexos, a fin de facilitar la comprensión de la aplicación del texto.
- c) *Notas* intercaladas en el texto, cuando corresponde, que proporcionan datos o referencias acerca de las normas o métodos recomendados de que se trate, sin formar parte de tales normas o métodos recomendados.

- d) *Adjuntos* que contienen texto suplementario a las normas y métodos recomendados o que sirven de guía para su aplicación.

Elección de idioma

Este texto se ha adoptado en cuatro idiomas — español, francés, inglés y ruso. Se pide a cada uno de los Estados contratantes que elija uno de esos textos para los fines de aplicación nacional y demás efectos previstos en el Convenio, ya sea para utilizarlo directamente o mediante traducción a su propio idioma, y que notifique su preferencia a la Organización.

Presentación editorial

Para facilitar la lectura e indicar su condición respectiva, las *Normas* aparecen en tipo corriente; y los *Métodos recomendados* y las *Notas* en letra bastardilla, precedidas de la palabra **Recomendación** y *Nota* respectivamente.

Al redactar las especificaciones se ha seguido la práctica de utilizar el futuro del verbo cuando se trata de las “Normas” y el término “debería” en el caso de los “Métodos recomendados”.

Las unidades de medidas utilizadas en el presente documento se ajustan al Sistema Internacional de Unidades (SI), según se especifica en el Anexo 5 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. En los casos en que el Anexo 5 permite la utilización de unidades opcionales ajenas al SI, las mismas se indican entre paréntesis a continuación de las unidades básicas. Cuando se indiquen dos conjuntos de unidades, no debe suponerse que los pares de valores son iguales e intercambiables. No obstante, puede inferirse que se logra un nivel de seguridad equivalente cuando se utiliza exclusivamente uno u otro conjunto de unidades.

Toda referencia hecha a cualquier parte de este documento, identificada por un número, comprende todas las subdivisiones de dicha parte.

Coordinación con las actividades de la ISO

En las disposiciones relativas a los procedimientos de homologación, se utilizan ampliamente las correspondientes especificaciones elaboradas por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). En la mayoría de los casos, dichas especificaciones se han incorporado mediante referencia directa. Sin embargo, en algunos casos se ha considerado necesario modificar las especificaciones para adaptarlas a necesidades de la OACI, y en tales casos el texto modificado se incluye íntegramente en el presente documento. Se reconoce la colaboración prestada por la ISO para la elaboración de especificaciones detalladas.

Tabla A. Enmiendas del Anexo 16

Enmienda	Origen	Temas	Adoptada Surtió efecto Aplicable
1ª edición	Conferencia especial sobre el ruido producido por las aeronaves en las proximidades de los aeródromos (1969)		2 de abril de 1971 2 de agosto de 1971 6 de enero de 1972
1	Primera Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	Homologación en cuanto al ruido en la producción futura y versiones perfeccionadas de aviones subsónicos de reacción, y actualización de la terminología utilizada para describir el peso de las aeronaves.	6 de diciembre de 1972 6 de abril de 1973 16 de agosto de 1973
2	Tercera Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	Homologación en cuanto al ruido de aviones ligeros propulsados por hélice y de aviones subsónicos de reacción, de 5 700 kg o menos de peso máximo certificado de despegue, y orientación destinada a señalar a los Estados el modo de desempeñar sus funciones en los casos de arrendamiento, fletamento o intercambio de aeronaves.	3 de abril de 1975 3 de agosto de 1975 27 febrero de 1975
3 (2ª edición)	Cuarta Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	Homologación en cuanto al ruido para los futuros aviones subsónicos de reacción y de los propulsados por hélice, aparte de los aviones STOL, y directrices para la certificación acústica de los futuros aviones supersónicos de transporte, de los aviones STOL propulsados por hélice, de los grupos auxiliares de energía (APU) y de los sistemas auxiliares de las aeronaves durante las operaciones en tierra.	21 de junio de 1976 21 de octubre de 1976 6 de octubre de 1977
3ª edición)	Quinta Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	Introducción de un nuevo parámetro, el número de motores, en las normas de certificación acústica de los aviones subsónicos de reacción; mejora de los procedimientos de prueba detallados para velar porque se aplique el mismo nivel de tecnología a todos los tipos de aeronaves; y mejoras editoriales para simplificar la redacción y eliminar incongruencias.	6 de marzo de 1978 6 de julio de 1978 10 de agosto de 1978
5 (Anexo 16, Volumen I 1ª edición)	Sexta Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	1. El Anexo ha pasado a titularse <i>Protección del Medio Ambiente</i> y se publicará en dos volúmenes, a saber: Volumen I <i>Ruido de las Aeronaves</i> (incluye las disposiciones contenidas en la tercera edición del Anexo 16, modificadas por la Enmienda 5) y Volumen II <i>Emisiones de los Motores de Aeronaves</i> . 2. Introducción en el Volumen I de normas para la homologación de helicópteros en cuanto al ruido y relativas a la producción futura de aviones SST, actualización de las directrices para la homologación en cuanto al ruido de APU instalados y sistemas asociados de aeronaves, y enmiendas de redacción que incluyen los cambios en las unidades de medida dirigidos a armonizar este Anexo con las disposiciones del Anexo 5.	11 de mayo de 1981 11 de septiembre de 1981 26 de noviembre de 1981
1	Tercera Reunión del Grupo de expertos sobre operaciones	Introducción de SARPS relacionados con los procedimientos operacionales para atenuar el ruido y transferencia de los procedimientos detallados a los PANS-OPS, Volumen I.	30 de marzo de 1983 29 de julio de 1983 2 de noviembre de 1983
2	Séptima Reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves	a) mejoras de los procedimientos de homologación en cuanto al ruido; y b) mitigación de los límites máximos de ruido para los helicópteros.	6 de marzo de 1985 29 de julio de 1985 21 de noviembre de 1985

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Adoptada Surtió efecto Aplicable</i>
3 (Anexo 16, Volumen I 2ª edición)	Primera Reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación; estudio realizado por la Comisión de Aeronavegación como consecuencia de una recomendación del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos	a) mejoras adicionales de los procedimientos de homologación en cuanto al ruido; b) introducción de un nuevo Capítulo 10 para aviones propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue que no exceda de 9 000 kg; y c) adición de referencias en la Parte V a las disposiciones pertinentes de los PANS-OPS (Doc 8168).	4 de marzo de 1988 31 de julio de 1988 17 de noviembre de 1988
4 (3ª edición)	Segunda Reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación; séptima reunión del Comité sobre el ruido producido por las aeronaves y quinta reunión del Grupo de expertos sobre operaciones	a) mejoras en los procedimientos de homologación en cuanto al ruido; b) introducción de un nuevo Capítulo 11 acerca de helicópteros ligeros; c) ampliación del Apéndice 2 para incluir los helicópteros y supresión del Apéndice 4; y d) introducción de orientación acerca de la aplicación.	24 de marzo de 1993 26 de julio de 1993 11 de noviembre de 1993
5	Tercera reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación	a) simplificación y aclaración con respecto a los regímenes de homologación en cuanto al ruido para los aviones propulsados por hélice que figuran en el Capítulo 3; b) armonización de las normas relativas a los helicópteros comprendidas en los Capítulos 8 y 11 con los códigos nacionales; y c) armonización de la masa máxima de despegue indicada en el Capítulo 10 con los límites para fines de aeronavegabilidad.	19 de marzo de 1997 21 de julio de 1997 6 de noviembre de 1997
6	Cuarta reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación	a) Introducción de una nueva definición de actuación humana en el Capítulo 1; b) mayor rigurosidad de los requisitos en cuanto al ruido establecidos en el Capítulo 10 para los aviones monomotores ligeros propulsados por hélice; c) modificaciones de índole técnica detallada destinadas a dar más coherencia a lo estipulado en los Capítulos 3, 8 y 11 y en los Apéndices 2 y 4; d) nuevas disposiciones sobre factores humanos en la Parte V; y e) cambios dimanantes de la armonización que se está llevando a cabo entre los Requisitos conjuntos de la aviación (JAR) europeos y el Reglamento Federal de Aviación (FAR) de los Estados Unidos.	26 de febrero de 1999 19 de julio de 1999 4 de noviembre de 1999
7	Quinta reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación; Anexo 6, Enmienda 26	a) aumento del rigor de los requisitos en cuanto al ruido de los aviones de turboreactor y aviones pesados propulsados por hélice (nuevo Capítulo 4 — el actual Capítulo 4 se transforma en Capítulo 12); b) nuevas disposiciones relativas a la rehomologación de las aeronaves del Capítulo 3; c) aumento del rigor de los requisitos en cuanto al ruido de los helicópteros en los Capítulos 8 y 11;	29 de junio de 2001 29 de octubre de 2001 21 de marzo de 2002

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Adoptada Surtió efecto Aplicable</i>
		d) cambio para aclarar o definir nuevamente los actuales procedimientos de homologación, alineación con los requisitos JAR/FAR armonizados, introducción de nuevas disposiciones relativas a instrumentación digital; e) introducción de textos de orientación sobre la homologación en cuanto al ruido de las aeronaves de motor basculante; y f) inclusión de una versión en inglés de los documentos de homologación en cuanto al ruido.	
8 (4ª edición)	Sexta reunión del Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación	a) procedimiento de corrección del ruido ambiente, incluidas las definiciones de “ruido de fondo”, “ruido ambiente” y “ruido de banda ancha”; b) límites permitidos de la velocidad del viento durante los ensayos; c) aclaraciones respecto del idioma que rige, así como respecto de las modificaciones temporales en el diseño de tipo de aeronave y disposiciones para permitir la rehomologación de los aviones del Capítulo 5 para el Capítulo 4; d) cuestiones técnicas relativas al giroavión; y e) nuevos Adjuntos G y H, que contienen directrices para la administración de la documentación de homologación acústica y para la obtención de datos relativos al ruido de los helicópteros para los fines de la planificación de la utilización de los terrenos, respectivamente.	23 de febrero de 2005 11 de julio de 2005 24 de noviembre de 2005

NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES

PARTE I. DEFINICIONES

Actuación humana. Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

Aeronave. Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Avión (aeroplano). Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Avión subsónico. Avión incapaz de mantener el vuelo horizontal a velocidades que excedan de Mach 1.

Equipo externo (helicóptero). Todo instrumento, mecanismo, pieza, aparato, aditamento o accesorio que está sujetado al exterior del helicóptero o pende del mismo pero que no se utiliza ni está previsto que se utilice para operar o controlar un helicóptero en vuelo y no forma parte de la célula o el motor.

Grupo auxiliar de energía (APU). Unidad autónoma de energía en una aeronave, que se utiliza para proporcionar energía eléctrica y neumática a los sistemas de aeronave durante las operaciones en tierra.

Helicóptero. Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales.

Planeador con motor de autosustentación. Avión con motor que dispone de potencia para mantener el nivel de vuelo pero no para despegar.

Rehomologación. Homologación de una aeronave con o sin revisión de sus niveles de homologación acústica, respecto a una norma distinta de aquella con la que fue originalmente homologada.

Relación de dilución. Relación entre la masa de aire que fluye a través de los conductos de derivación de una turbina de gas y la masa de aire que fluye a través de las cámaras de combustión, calculada para el empuje máximo con el motor estacionario en una atmósfera tipo internacional a nivel del mar.

Sistemas asociados de aeronave. Los equipos de una aeronave que durante las operaciones en tierra reciben suministro de energía eléctrica y neumática de un grupo auxiliar de energía.

Versión derivada de un avión. Una aeronave que desde el punto de vista de la aeronavegabilidad es similar al prototipo homologado en cuanto al ruido, pero con cambios en el diseño de tipo que pueden afectar adversamente sus características de ruido.

Nota 1.— Cuando la autoridad que expide el certificado estime que la modificación de diseño, configuración, potencia masa que se propone tiene amplitud suficiente para exigir una nueva investigación de conformidad con los reglamentos pertinentes de aeronavegabilidad, el avión debería considerarse como de nuevo tipo y no como una versión derivada.

Nota 2.— La palabra “adversamente” se refiere a un aumento superior a 0,10 dB en cualquiera de los niveles de homologación acústica a no ser que, mediante un procedimiento aprobado, puedan rastrearse los efectos acumulados de modificaciones del diseño de tipo; en cuyo caso la palabra “adversamente” se refiere a un aumento acumulado en cualquiera de los niveles de homologación acústica de más de 0,30 dB o del margen de cumplimiento, tomándose de ambos valores el menor.

Versión derivada de un helicóptero. Un helicóptero que desde el punto de vista de la aeronavegabilidad es similar al prototipo homologado en cuanto al ruido, pero con cambios en el diseño de tipo que pueden afectar adversamente sus características de ruido.

Nota 1.— Al aplicarse las normas de este Anexo, un helicóptero que se base en un prototipo existente pero cuando la autoridad que otorga la homologación considere que es un nuevo diseño de tipo para fines de aeronavegabilidad, será no obstante considerado como una versión derivada si la autoridad que otorga la homologación juzga que las características de la fuente de ruido son las mismas que las del prototipo.

Nota 2.— La palabra “adversamente” se refiere a un aumento de más de 0,3 dB en cualquiera de los niveles de homologación acústica.

PARTE II. HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES

CAPÍTULO 1. ADMINISTRACIÓN

1.1 Las disposiciones de 1.2 a 1.6 se aplicarán a todas las aeronaves incluidas en las clasificaciones definidas para fines de homologación acústica en los Capítulos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11 y 12 de esta parte, cuando tales aeronaves estén dedicadas a la navegación aérea internacional.

1.2 La homologación acústica la concederá o convalidará el Estado de matrícula basándose en pruebas satisfactorias de que la aeronave cumple ciertos requisitos que son por lo menos iguales a las normas aplicables especificadas en este Anexo. La fecha utilizada por las autoridades encargadas de la certificación para determinar la base de la rehomologación será la fecha de aceptación de la primera solicitud de rehomologación.

1.3 Si se solicita la rehomologación acústica, el Estado de matrícula la concederá o convalidará basándose en pruebas satisfactorias de que la aeronave cumple ciertos requisitos que son por lo menos iguales a las normas aplicables especificadas en este Anexo. La fecha utilizada por las autoridades encargadas de la certificación para determinar la base de la rehomologación será la fecha de aceptación de la primera solicitud de rehomologación.

1.4 Los documentos acreditativos de la rehomologación acústica de una aeronave serán aprobados por el Estado de matrícula, el cual exigirá que se lleven a bordo de la aeronave.

Nota.— Véase Anexo 6, Parte I, 6.13, relativo a la traducción en inglés de los documentos acreditativos de la homologación acústica.

1.5 Los documentos acreditativos de la homologación acústica de una aeronave contendrán, por lo menos, los datos siguientes:

- Dato 1. Nombre del Estado.
- Dato 2. Título del documento de homologación acústica.
- Dato 3. Número del documento.
- Dato 4. Nacionalidad o marcas de nacionalidad y de matrícula.
- Dato 5. Fabricante y designación de la aeronave dada por el fabricante.
- Dato 6. Número de serie de la aeronave.

- Dato 7. Fabricante, tipo y modelo de motor.
- Dato 8. Tipo y modelo de hélice para los aviones propulsados por hélice.
- Dato 9. Masa máxima de despegue en kilogramos.
- Dato 10. Masa máxima de aterrizaje, en kilogramos, para los certificados expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12 de este Anexo.
- Dato 11. Capítulo y párrafo de este Anexo, de conformidad con el cual se concedió la homologación a la aeronave.
- Dato 12. Modificaciones adicionales incorporadas con el fin de cumplir las normas de homologación acústica aplicables.
- Dato 13. Nivel de ruido lateral a plena potencia en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12 de este Anexo.
- Dato 14. Nivel de ruido de aproximación en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5, 8 y 12 de este Anexo.
- Dato 15. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12 de este Anexo.
- Dato 16. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 6, 8 y 11 de este Anexo.
- Dato 17. Nivel de ruido de despegue en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 8 y 10 de este Anexo.
- Dato 18. Declaración de cumplimiento, incluyendo una referencia al Anexo 16, Volumen I.

Dato 19. Fecha de expedición del documento de homologación acústica.

Dato 20. Firma del funcionario que expide el documento de homologación acústica.

1.6 Los títulos de los datos consignados en los documentos de homologación acústica se numerarán uniformemente en cifras arábigas, como se indica en 1.5, de forma que en todo documento de homologación acústica el número se refiera, cualquiera sea el orden en que figure, al mismo dato, excepto cuando la información de los datos 1 a 6 y de los datos 18 a 20 se proporcione en el certificado de aeronavegabilidad, en cuyo caso prevalecerá el sistema de numeración del certificado de aeronavegabilidad conforme al Anexo 8.

1.7 El Estado de matrícula preparará un sistema administrativo para la documentación de homologación acústica.

Nota.— Véase en el Adjunto G la orientación sobre el formato y la estructura de la documentación de homologación acústica.

1.8 Los Estados contratantes reconocerán como válida una homologación acústica concedida por otro Estado contratante, siempre que los requisitos de acuerdo con los

cuales se haya concedido dicha homologación, sean por lo menos iguales a las normas aplicables especificadas en este Anexo.

1.9 Un Estado contratante suspenderá o revocará la homologación acústica de una aeronave en su registro si ésta deja de cumplir las normas aplicables de ruido. El Estado de matrícula no levantará la suspensión de una homologación acústica ni concederá un nuevo certificado a menos que al hacer una nueva evaluación de la aeronave, se compruebe que ésta cumple con las normas aplicables de ruido.

1.10 Salvo que se indique de otro modo en este volumen del Anexo, la fecha que han de utilizar los Estados contratantes para determinar la aplicación de las normas de este Anexo será la fecha de solicitud de un certificado de tipo o fecha de solicitud conforme a un procedimiento equivalente prescrito por las autoridades encargadas de certificación. La solicitud será válida por un tiempo igual al período solicitado en la designación de los reglamentos de aeronavegabilidad correspondientes al tipo de aeronave, excepto en casos especiales en que la autoridad de certificación acepta una prórroga de este período.

1.11 Cuando venza este período de validez, la fecha determinante para la aplicación de las normas de este Anexo será la fecha de otorgamiento del certificado de tipo, o la fecha de otorgamiento de la aprobación de un procedimiento equivalente prescrito, menos la duración de la validez.

CAPÍTULO 2. AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO ACEPTADA ANTES DEL 6 DE OCTUBRE DE 1977

2.1 Aplicación

Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

2.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los aviones de reacción subsónicos con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente, antes del 6 de octubre de 1977, salvo los aviones:

- a) que sólo necesiten pistas¹ de 610 m de longitud, o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad; o
- b) que estén propulsados por motores con una relación de dilución de 2, o mayor, y respecto a los cuales se hubiese otorgado por primera vez al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad antes del 1 de marzo de 1972; o
- c) que estén propulsados por motores con una relación de dilución inferior a 2 y con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente, antes del 1 de enero de 1969 y respecto a los cuales se hubiese otorgado por primera vez al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad antes del 1 de enero de 1976.

2.1.2 Las normas de este capítulo se aplicarán igualmente a las versiones derivadas de todos los aviones comprendidos en 2.1.1, para los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificación de una modificación del diseño de tipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento equivalente, el 26 de noviembre de 1981 o después de esa fecha.

2.1.3 Sin perjuicio de lo estipulado en 2.1.1 y 2.1.2, un Estado contratante puede reconocer que en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones

pesados propulsados por hélice matriculados en el mismo no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Anexo 16, Volumen I:

- a) vuelo con tren desplegado, con uno o más trenes de aterrizaje retráctiles desplegados durante todo el vuelo;
- b) motor y barquilla de repuesto transportados fuera del revestimiento de la aeronave (y retorno del soporte u otra armadura externa); y
- c) modificaciones al motor o a la barquilla por tiempo limitado, cuando el cambio del diseño de tipo específica que el avión no puede utilizarse por un período de más de 90 días, a menos que se indique el cumplimiento de las disposiciones del Anexo 16, Volumen I, para ese cambio de diseño de tipo. Esto se aplica únicamente a las modificaciones resultantes de una medida de mantenimiento requerida.

2.2 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel efectivo de ruido percibido, expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 1.

2.3 Puntos de medición del ruido

En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con 2.6, el avión no excederá de los niveles de ruido especificados en 2.4, en los puntos siguientes:

- a) *punto de medición del ruido lateral*: punto en una paralela al eje de pista, a 650 m del eje de pista o de su prolongación, en el que el nivel de ruido de despegue sea máximo;
- b) *punto de medición del ruido de sobrevuelo*: punto en la prolongación del eje de pista a una distancia de 6,5 km del comienzo del recorrido de despegue; y
- c) *punto de medición del ruido de aproximación*: punto sobre el terreno en la prolongación del eje de pista a 120 m (394 ft) en sentido vertical por debajo de la trayectoria de descenso de 3°, que intercepta la pista a 300 m más allá del umbral. En terreno horizontal, la posición de este punto dista 2 000 m del umbral.

1. Sin zona de parada ni zona libre de obstáculos.

2.4 Niveles máximos de ruido

2.4.1 Los niveles máximos de ruido de los aviones comprendidos en 2.1.1, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 1, no excederán de los valores siguientes:

- a) *en los puntos de medición del ruido lateral y de aproximación:* 108 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 272 000 kg, y dicho valor decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa, a razón de 2 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad, hasta 102 EPNdB que corresponde a una masa de 34 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante;
- b) *en el punto de medición del ruido de sobrevuelo:* 108 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 272 000 kg, y dicho valor decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa, a razón de 5 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad, hasta 93 EPNdB que corresponde a una masa de 34 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue.

2.4.2 Los niveles máximos de ruido de los aviones comprendidos en 2.1.2, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 1, no excederán de los valores siguientes:

2.4.2.1 En el punto de medición del ruido lateral

106 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 400 000 kg, y dicho valor decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa hasta 97 EPNdB para una masa de 35 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

2.4.2.2 En el punto de medición del ruido de sobrevuelo

- a) *Aviones de dos motores o menos*

104 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 325 000 kg, y dicho valor decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa, a razón de 4 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad, hasta 93 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

- b) *Aviones de tres motores*

Igual que en a), pero 107 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 325 000 kg.

o bien

el valor definido en 2.4.1 b), de ambos valores el menor.

- c) *Aviones de cuatro motores o más*

Igual que en a), pero 108 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 325 000 kg.

o bien

el valor definido en 2.4.1 b), de ambos valores el menor.

2.4.2.3 En el punto de medición del ruido de aproximación

108 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 280 000 kg, y dicho valor decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa hasta 101 EPNdB para una masa de 35 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue.

2.5 Compensaciones

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no será superior a 4 EPNdB, si bien en el caso de aviones de cuatro motores con una relación de dilución igual o superior a 2 y respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento equivalente, antes del 1 de diciembre de 1969, la suma de los excesos no será superior a 5 EPNdB;
- b) el exceso en un solo punto no será superior a 3 EPNdB; y
- c) los excesos se compensarán por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

2.6 Procedimientos de ensayo

2.6.1 Procedimiento de ensayo para el ruido de despegue

2.6.1.1 Se utilizará el empuje medio de despegue² desde el comienzo del mismo hasta el punto en que se alcance una altura de por lo menos 210 m (690 ft) por encima de la pista y a partir de este punto no se reducirá por debajo del empuje necesario para mantener por lo menos una pendiente ascensional de 4%.

2.6.1.2 Tan pronto como sea posible, después de que la aeronave se haya separado del suelo, se alcanzará una velocidad no inferior a $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), que se mantendrá durante todo el ensayo para la homologación acústica de despegue.

2. El empuje de despegue que represente las características medias del motor de fabricación.

2.6.1.3 Durante todo el ensayo para la homologación acústica de despegue, se mantendrá constantemente la configuración de despegue elegida por el solicitante, salvo que estará permitido replegar el tren de aterrizaje.

2.6.2 Procedimiento de ensayo para el ruido de aproximación

2.6.2.1 El avión se mantendrá en régimen estabilizado y seguirá una trayectoria de planeo de $3^\circ \pm 0,5^\circ$.

2.6.2.2 La aproximación se efectuará a una velocidad aerodinámica constante no inferior a $1,3 V_S + 19$ km/h ($1,3 V_S + 10$ kt), con empuje estabilizado durante la aproximación y por encima del punto de medición, y se mantendrá dicha velocidad hasta la toma normal de contacto.

2.6.2.3 La configuración del avión será la de máxima deflexión de los flaps permitida para el aterrizaje.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

CAPÍTULO 3.

- 1.— **AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS —
Solicitud del certificado de aeronavegabilidad
para el prototipo aceptada el 6 de octubre de 1977
o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2006**
- 2.— **AVIONES DE MÁS DE 5 700 kg PROPULSADOS
POR HÉLICE — Solicitud del certificado de
aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el
1 de enero de 1985 o entre esa fecha y el
17 de noviembre de 1988**
- 3.— **AVIONES DE MÁS DE 8 618 kg PROPULSADOS
POR HÉLICE — Solicitud del certificado de
aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el
17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha
y antes del 1 de enero de 2006**

3.1 Aplicación

Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

Nota 2.— Véase el Adjunto E que contiene textos de orientación para interpretar estas disposiciones de aplicación.

3.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán:

- a) a todos los aviones de reacción subsónicos, comprendidas sus versiones derivadas, con excepción de los aviones que sólo necesiten pistas¹ de 610 m de longitud o menos con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de un certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha; y antes del 1 de enero de 2006;
- b) a todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 5 700 kg (exceptuados los descritos en el Capítulo 6, 6.1, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de un certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 1 de enero de 1985 o entre esa fecha y el 17 de noviembre de 1988, salvo cuando corresponda aplicar las normas del Capítulo 10;

- c) a todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 8 618 kg, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de un certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2006;

3.1.2 Sin perjuicio de lo estipulado en 3.1.1, un Estado contratante puede reconocer que en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones pesados propulsados por hélice matriculados en el mismo no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Anexo 16, Volumen I:

- a) vuelo con tren desplegado, con uno o más trenes de aterrizaje retráctiles desplegados durante todo el vuelo;
- b) motor y barquilla de repuesto transportados fuera del revestimiento de la aeronave (y retorno del soporte u otra armadura externa); y
- c) modificaciones al motor o a la barquilla por tiempo limitado, cuando el cambio del diseño de tipo específica que el avión no puede utilizarse por un período de más de 90 días, a menos que se indique el cumplimiento de las disposiciones del Anexo 16, Volumen I, para ese cambio de diseño de tipo. Esto se aplica únicamente a las modificaciones resultantes de una medida de mantenimiento requerida.

1. Sin zona de parada ni zona libre de obstáculos.

3.2 Mediciones del ruido

3.2.1 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel efectivo de ruido percibido expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

3.3 Puntos de medición del ruido

3.3.1 Puntos de referencia para la medición del ruido

En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el avión no excederá de los niveles de ruido especificados en 3.4, en los puntos siguientes:

a) *punto de referencia de medición del ruido lateral a plena potencia*

- 1) para aviones de reacción: punto en una paralela al eje de pista, a 450 m del eje de pista, en el que el nivel de ruido de despegue sea máximo;
- 2) para aviones propulsados por hélice: punto en la prolongación del eje de pista, a 650 m verticalmente bajo la trayectoria de ascenso inicial a plena potencia de despegue, como se define en 3.6.2. Como alternativa, hasta el 19 de marzo de 2002, se permitirá el requisito de ruido lateral prescrito en 3.3.1 a) 1);

Nota.— Para los aviones que se especifican en 3.1.1 b) y los aviones que se especifican en 3.1.1 c) respecto de los cuales la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo se haya aceptado antes del 19 de marzo de 2002, se permite como alternativa el requisito de ruido lateral prescrito en 3.3.1 a) 1).

- b) *punto de referencia de medición del ruido de sobrevuelo*: punto en la prolongación del eje de pista a una distancia de 6,5 km del comienzo del recorrido de despegue;
- c) *punto de referencia de medición del ruido de aproximación*: punto sobre el terreno en la prolongación del eje de pista a 2 000 m del umbral. En terreno horizontal, este punto se encuentra a 120 m (394 ft) por debajo de la trayectoria de descenso de 3° que intercepta la pista a 300 m más allá del umbral.

3.3.2 Puntos de medición del ruido durante los ensayos

3.3.2.1 Si los puntos de medición del ruido durante los ensayos no son los puntos de referencia mencionados, las

correcciones correspondientes a las diferencias de posición se efectuarán de la misma manera que las correcciones de las diferencias entre las trayectorias de ensayo y las de referencia.

3.3.2.2 Durante los ensayos de ruido lateral se utilizarán puntos de medición suficientes para demostrar a las autoridades encargadas de la homologación que el nivel máximo de ruido en la línea lateral apropiada ha sido determinado con claridad. Para los aviones de reacción se efectuarán mediciones simultáneas en un punto de medición del ruido y en la posición simétrica al otro lado de la pista. En el caso de los aviones propulsados por hélice, debido a la asimetría inherente del ruido lateral, se efectuarán mediciones simultáneas en todos los puntos de medición del ruido en la posición simétrica (en una paralela a ± 10 m del eje de la pista) al lado opuesto de la pista.

3.4 Niveles máximos de ruido

3.4.1 Los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2, no excederán de los valores siguientes.

3.4.1.1 *En el punto de referencia de medición del ruido lateral a plena potencia*

103 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 400 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa hasta 94 EPNdB que corresponde a aviones de una masa de 35 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

3.4.1.2 *En el punto de referencia de medición del ruido de sobrevuelo*

a) *Aviones de dos motores o menos*

101 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 385 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa a razón de 4 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad, hasta 89 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

b) *Aviones de tres motores*

Igual que en a), pero 104 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 385 000 kg.

c) *Aviones de cuatro motores o más*

Igual que en a), pero 106 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea igual o superior a 385 000 kg.

3.4.1.3 *En el punto de referencia de medición del ruido de aproximación*

105 EPNdB para aviones cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 280 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa hasta 98 EPNdB que corresponde a aviones de una masa de 35 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue.

3.5 Compensaciones

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no será superior a 3 EPNdB;
- b) todo exceso en un solo punto no será superior a 2 EPNdB; y
- c) los excesos se compensarán por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

3.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

3.6.1 Condiciones generales

3.6.1.1 En los procedimientos de referencia se satisfarán los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

3.6.1.2 Los cálculos de los procedimientos y de las trayectorias de vuelo de referencia serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

3.6.1.3 Los procedimientos de referencia para el despegue y la aproximación serán los descritos en 3.6.2 y 3.6.3 respectivamente, excepto las condiciones especificadas en 3.6.1.4.

3.6.1.4 Si el solicitante demuestra que las características de diseño del avión no permiten que éste vuele de conformidad con 3.6.2 y 3.6.3, los procedimientos de referencia:

- a) se apartarán de los descritos en 3.6.2 y 3.6.3 únicamente en cuanto esas características imposibiliten el empleo de esos procedimientos;
- b) serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

3.6.1.5 Los procedimientos de referencia se calcularán en las condiciones de referencia siguientes:

- a) a la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) a la temperatura del aire ambiente de 25°C, es decir ISA + 10°C;
- c) a la humedad relativa de 70%;
- d) sin viento; y
- e) para fines de determinar los perfiles de despegue de referencia tanto para las mediciones del ruido de despegue como las mediciones del ruido lateral, la pendiente de la pista será de cero.

Nota.— La atmósfera de referencia es homogénea en lo que respecta a la temperatura y a la humedad relativa cuando se utiliza para el cálculo de los coeficientes de absorción atmosférica.

3.6.2 Procedimientos de referencia para el despegue

La trayectoria de referencia para el despegue se calculará del modo siguiente:

- a) se utilizarán el empuje o potencia de despegue del motor de tipo promedio desde el comienzo del mismo hasta el punto en que se alcance una altura sobre la pista de por lo menos:
 - 1) aviones de dos motores o menos — 300 m (984 ft);
 - 2) aviones de tres motores — 260 m (853 ft);
 - 3) aviones de cuatro motores o más — 210 m (689 ft);
- b) una vez que el avión haya alcanzado la altura indicada en a), no se reducirán el empuje o potencia a un valor inferior al que permita mantener:
 - 1) una pendiente ascensional del 4%; o
 - 2) en el caso de aviones multimotores, el vuelo horizontal con un motor inactivo;

adoptándose de ambos valores de empuje o potencia el mayor;
- c) para determinar el nivel de ruido lateral a plena potencia, la trayectoria de vuelo de referencia se calculará utilizando la potencia máxima de despegue durante todo el ensayo, sin reducir el empuje o la potencia;
- d) la velocidad será la de ascenso en el despegue con todos los motores en funcionamiento seleccionada por

el solicitante en condiciones normales de operación, es decir, por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), sin exceder $V_2 + 37$ km/h ($V_2 + 20$ kt), se alcanzará lo antes posible después del despegue, y se mantendrá durante todo el ensayo para la homologación acústica de despegue;

- e) durante todo el procedimiento de referencia para el despegue se mantendrá constantemente la configuración de despegue elegida por el solicitante, salvo que estará permitido replegar el tren de aterrizaje. El término configuración se interpretará como la condición de los sistemas y la posición del centro de gravedad y comprenderá la posición de los dispositivos hipersustentadores que se utilicen, el hecho de que el APU esté funcionando y el hecho de que los dispositivos de abducción, las tomas de aire del motor y las tomas de potencia del motor estén funcionando;
- f) la masa del avión en el momento de soltar los frenos será la masa máxima de despegue en relación con la cual se solicita la homologación acústica; y
- g) el motor de tipo promedio se define como el promedio de todos los motores que cumplen con la homologación que se utilizaron durante los ensayos en vuelo del avión hasta la homologación y durante ella dentro de los límites y procedimientos que se especifican en el manual de vuelo. Esto establecerá una norma técnica que comprende la relación entre empuje/potencia y parámetros de control (por ejemplo, N_1 o EPR). Las mediciones del ruido que se efectúen durante los ensayos de homologación se corregirán de acuerdo con esta norma.

Nota.— El empuje/potencia de despegue que se utilice será el máximo disponible para operaciones normales que se indica en la sección sobre performance del manual de vuelo del avión en las condiciones atmosféricas de referencia que figuran en 3.6.1.5.

3.6.3 Procedimiento de referencia para la aproximación

La trayectoria de referencia para la aproximación se calculará del modo siguiente:

- a) el avión se mantendrá en régimen estabilizado y seguirá una trayectoria de planeo de 3° ;
- b) se mantendrá una velocidad de aproximación constante de $V_{REF} + 19$ km/h ($V_{REF} + 10$ kt), con empuje o potencia estabilizados por encima del punto de medición;

Nota.— En términos de aeronavegabilidad, se define V_{REF} como “velocidad de referencia para el aterrizaje”. Según esta definición, la velocidad de

referencia para el aterrizaje significa “la velocidad del avión en descenso, con una configuración de aterrizaje especificada, a la altura en que comienza la distancia definida de aterrizaje calculada para aterrizajes por medios manuales”.

- c) la configuración constante de aproximación, como se utiliza en los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad, pero con el tren de aterrizaje desplegado, se mantendrá durante el procedimiento de referencia para la aproximación;
- d) la masa del avión en el momento de la toma de contacto será la masa máxima de aterrizaje permitida en la configuración de aproximación descrita en 3.6.3 c), en relación con la cual se solicita la homologación acústica; y
- e) se utilizará la configuración más crítica (la que produce los mayores niveles de ruido) con la deflexión normal de las superficies aerodinámicas de mando, comprendidos los dispositivos de sustentación y resistencia al avance, para la masa respecto a la cual se solicita la homologación. Esta configuración comprende todos los elementos que se enumeran en 5.2.5 del Apéndice 2 que contribuirán al estado continuo más ruidoso con la masa máxima de aterrizaje en operaciones normales.

3.7 Procedimientos de ensayo

3.7.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables tanto para las autoridades de aeronavegabilidad como para las encargadas de la homologación acústica del Estado que expide el certificado.

3.7.2 Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se llevarán a cabo y se tramitarán en una forma aprobada para obtener la medida de evaluación del ruido denominada nivel efectivo de ruido percibido EPNL, en unidades EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

3.7.3 Los datos acústicos se ajustarán, siguiendo los métodos indicados en el Apéndice 2, a las condiciones de referencia de este capítulo. Se efectuarán los ajustes de velocidad y de empuje, del modo que se indica en la Sección 9 del Apéndice 2.

3.7.4 Si la masa durante el ensayo es diferente de la masa en relación con la cual se solicita la homologación acústica, el ajuste necesario del EPNL no excederá de 2 EPNdB para el despegue y de 1 EPNdB para la aproximación. Se utilizarán datos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación, para determinar la variación de EPNL en función de la masa, tanto en las condiciones de ensayo de despegue como en las de aproximación. De modo similar, el ajuste necesario del EPNL para tener en cuenta las diferencias entre la trayectoria de aproximación y la de referencia no excederá de 2 EPNdB.

3.7.5 En lo que respecta a las condiciones durante la aproximación, se aceptarán los procedimientos de ensayo si el avión sigue un ángulo constante de trayectoria de planeo de $3^\circ \pm 0,5^\circ$.

3.7.6 Si se utilizan procedimientos de ensayo equivalentes, diferentes de los procedimientos de referencia, los procedimientos de ensayo y todos los métodos que se utilicen para ajustar los resultados a los procedimientos de referencia, serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación. Los ajustes no excederán de 16 EPNdB en el despegue y de 8 EPNdB en la aproximación y si excedieran de 8 EPNdB y de 4 EPNdB respectivamente, los niveles de ruido obtenidos serán inferiores en por lo menos 2 EPNdB a los niveles límites de ruido especificados en 3.4.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre la aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

3.7.7 Para las condiciones de despegue, lateral y aproximación, la variación del avión en velocidad indicada instantánea debe mantenerse en $\pm 3\%$ de la velocidad aerodinámica media entre los 10 dB de atenuación. Esto lo determinará el anemómetro del piloto. Sin embargo, cuando la velocidad indicada instantánea exceda en $\pm 5,5$ km/h (± 3 kt) a la velocidad aerodinámica media sobre los 10 dB de atenuación, y el representante de la autoridad homologadora en la cabina de pilotaje juzgue que eso se debe a turbulencia atmosférica, entonces el vuelo así afectado será rechazado para fines de homologación acústica.

**CAPÍTULO 4. 1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS —
Solicitud del certificado de aeronavegabilidad
para el prototipo aceptada el 1 de enero de 2006
o después de esa fecha**

**2.— AVIONES DE MÁS DE 8 618 kg PROPULSADOS
POR HÉLICE — Solicitud del certificado de
aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el
1 de enero de 2006 o después de esa fecha**

4.1 Aplicación

Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

4.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán:

- a) a todos los aviones de reacción subsónicos, comprendidas sus versiones derivadas, con excepción de los aviones que sólo necesiten pistas¹ de 610 m de longitud o menos con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de un certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento escrito equivalente el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha;
- b) a todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 8 618 kg, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de un certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha; y
- c) a todos los aviones de reacción subsónicos y a todos los aviones propulsados por hélice que hubiesen sido originalmente homologados en el sentido de que satisficieran el Anexo 16, Volumen I, Capítulo 3 o Capítulo 5, para los cuales se solicita la rehomologación respecto al Capítulo 4.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación de las aeronaves en cuanto al ruido (Doc 9501) figuran los textos de orientación sobre la rehomologación.

1. Sin zona de parada o zona libre de obstáculos.

4.1.2 Sin perjuicio de lo estipulado en 4.1.1, un Estado contratante puede reconocer que en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones pesados propulsados por hélices matriculados en el mismo no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Anexo 16, Volumen I:

- a) vuelo con tren desplegado, con uno o más trenes de aterrizaje retráctiles desplegados durante todo el vuelo;
- b) motor y barquilla de repuesto transportados fuera del revestimiento de la aeronave (y retorno del soporte u otra armadura externa); y
- c) modificaciones al motor o a la barquilla por tiempo limitado, cuando el cambio del diseño de tipo específica que el avión no puede utilizarse por un periodo de más de 90 días, a menos que se indique el cumplimiento de las disposiciones del Anexo 16, Volumen I, para ese cambio de diseño de tipo. Esto se aplica únicamente a las modificaciones resultantes de una medida de mantenimiento requerida.

4.2 Mediciones del ruido

4.2.1 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel efectivo de ruido percibido expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

**4.3 Puntos de referencia
para la medición del ruido**

4.3.1 En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el avión no excederá de los niveles de ruido máximos especificados en 4.4 del ruido medido en los puntos especificados en el Capítulo 3, 3.3.1 a), b) y c).

4.3.2 Puntos de medición del ruido durante los ensayos

Se aplicarán las disposiciones del Capítulo 3, 3.3.2, relativas a los puntos para la medición del ruido.

4.4 Niveles máximos de ruido

4.4.1 Los niveles máximos de ruido permitidos se definen en el Capítulo 3, 3.4.1.1, 3.4.1.2 y 3.4.1.3, y no excederán de los valores prescritos en ninguno de los puntos de medición.

4.4.1.1 La suma de las diferencias de los tres puntos de medición entre los niveles máximos de ruido y los niveles máximos de ruido permitido especificados en el Capítulo 3, 3.4.1.1, 3.4.1.2 y 3.4.1.3, no será inferior a 10 EPNdB.

4.4.1.2 La suma de las diferencias en dos puntos de medición cualquiera entre los niveles máximos de ruido y los niveles máximos de ruido permitido correspondientes especificados en el Capítulo 3, 3.4.1.1, 3.4.1.2 y 3.4.1.3, no será inferior a 2 EPNdB.

4.5 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

Los procedimientos de referencia de homologación acústica corresponderán a lo prescrito en el Capítulo 3, 3.6.

4.6 Procedimientos de ensayo

Los procedimientos de ensayo corresponderán a lo prescrito en el Capítulo 3, 3.7.

4.7 Rehomologación

Para los aviones especificados en 4.1.1 c), se otorgará rehomologación basándose en que las pruebas utilizadas para determinar el cumplimiento con el Capítulo 4 son tan satisfactorias como las pruebas correspondientes a los aviones que se especifican en 4.1.1 a) y b).

CAPÍTULO 5. AVIONES DE MÁS DE 5 700 kg PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO ACEPTADA ANTES DEL 1 DE ENERO DE 1985

5.1 Aplicación

Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 19.

Nota 2.— Véase el Adjunto E que contiene textos de orientación para interpretar estas disposiciones de aplicación.

5.1.1 Las normas definidas a continuación no se aplicarán a:

- a) los aviones que sólo necesitan pistas¹ de 610 m de longitud, o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad;
- b) los aviones específicamente proyectados para extinción de incendios;
- c) los aviones específicamente proyectados para trabajos agrícolas;
- d) los aviones a los cuales corresponde aplicar las normas del Capítulo 6; y
- e) los aviones a los cuales corresponde aplicar las normas del Capítulo 10.

5.1.2 Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 5 700 kg, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 6 de octubre de 1977 o entre esa fecha y el 1 de enero de 1985.

5.1.3 Las normas del Capítulo 2, salvo las Secciones 2.1 y 2.4.2, se aplicarán a las versiones derivadas y a los aviones cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 5 700 kg y a los cuales no se apliquen las normas del Capítulo 6 y con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente antes

del 6 de octubre de 1977, y respecto a los cuales se hubiese otorgado al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad el 26 de noviembre de 1981 o después de esa fecha.

5.1.4 Las normas del Capítulo 3, salvo la Sección 3.1, se aplicarán a todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima de despegue sea superior a 5 700 kg, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 1 de enero de 1985, o después de esa fecha.

Nota.— Se considera que las normas de los Capítulos 2 y 3, aunque elaboradas anteriormente para aviones de reacción subsónicos, son apropiadas para otros tipos de aviones cualquiera que sea el sistema motopropulsor instalado.

5.1.5 Sin perjuicio de lo estipulado en 5.1.2 a 5.1.4, un Estado contratante puede reconocer que en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones pesados propulsados por hélice matriculados en el mismo no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Anexo 16, Volumen I:

- a) vuelo con tren desplegado, con uno o más trenes de aterrizaje retráctiles desplegados durante todo el vuelo;
- b) motor y barquilla de repuesto transportados fuera del revestimiento de la aeronave (y retorno del soporte u otra armadura externa); y
- c) modificaciones al motor o a la barquilla por tiempo limitado, cuando el cambio del diseño de tipo específica que el avión no puede utilizarse por un periodo de más de 90 días, a menos que se indique el cumplimiento de las disposiciones del Anexo 16, Volumen I, para ese cambio de diseño de tipo. Esto se aplica únicamente a las modificaciones resultantes de una medida de mantenimiento requerida.

5.2 Mediciones del ruido

5.2.1 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel efectivo de ruido percibido, expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

1. Sin zona de parada ni zona libre de obstáculos.

5.3 Puntos de medición del ruido

5.3.1 Puntos de referencia para la medición del ruido

En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el avión no excederá de los niveles de ruido especificados en 5.4, en los puntos siguientes:

- a) *punto de referencia de medición del ruido lateral*: punto en una paralela al eje de pista, a 450 m del eje de pista o de su prolongación, en el que el nivel de ruido de despegue sea máximo;
- b) *punto de referencia de medición del ruido de sobrevuelo*: punto en la prolongación del eje de pista, a una distancia de 6,5 km del comienzo del recorrido de despegue; y
- c) *punto de referencia de medición del ruido de aproximación*: punto sobre el terreno, en la prolongación del eje de pista, a 2 000 m del umbral. En terreno horizontal, este punto se encuentra a 120 m (394 ft) por debajo de la trayectoria de descenso de 3°, que intercepta la pista a 300 m más allá del umbral.

5.3.2 Puntos de medición del ruido durante los ensayos

5.3.2.1 Si los puntos de medición del ruido durante los ensayos no son los puntos de referencia mencionados, las correcciones correspondientes a las diferencias de posición se efectuarán de la misma manera que las correcciones de las diferencias entre las trayectorias de ensayo y las de referencia.

5.3.2.2 Durante los ensayos de ruido lateral se utilizarán puntos de medición suficientes para demostrar a las autoridades encargadas de la homologación que el nivel máximo de ruido en la línea lateral apropiada ha sido determinado con claridad. Simultáneamente se efectuarán mediciones en un punto de medición del ruido y en la posición simétrica al otro lado de la pista.

5.3.2.3 El solicitante demostrará a las autoridades encargadas de la homologación que durante los ensayos en vuelo los niveles de ruido lateral y los de sobrevuelo no han sido optimizados separadamente, uno a expensas del otro.

5.4 Niveles máximos de ruido

Los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2, no excederán de los valores siguientes:

- a) *en el punto de referencia de medición del ruido lateral*: límite constante de 96 EPNdB para los aviones cuya

masa máxima de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o inferior a 34 000 kg, valor que aumentará linealmente con el logaritmo de la masa del avión, a razón de 2 EPNdB por duplicación de la masa, hasta un límite de 103 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante;

- b) *en el punto de referencia de medición del ruido de sobrevuelo*: límite constante de 89 EPNdB para los aviones cuya masa máxima de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o inferior a 34 000 kg, valor que aumentará linealmente con el logaritmo de la masa del avión, a razón de 5 EPNdB por duplicación de la masa, hasta un límite de 106 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante; y
- c) *en el punto de referencia de medición del ruido de aproximación*: límite constante de 98 EPNdB para los aviones cuya masa máxima de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o inferior a 34 000 kg, valor que aumentará linealmente con el logaritmo de la masa del avión, a razón de 2 EPNdB por duplicación de la masa, hasta un límite de 105 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue.

5.5 Compensaciones

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no será superior a 3 EPNdB;
- b) todo exceso en un solo punto no será superior a 2 EPNdB; y
- c) los excesos se compensarán por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

5.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

5.6.1 Condiciones generales

5.6.1.1 En los procedimientos de referencia se satisfarán los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

5.6.1.2 Los cálculos de los procedimientos y de las trayectorias de vuelo de referencia serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

5.6.1.3 Los procedimientos de referencia para el despegue y la aproximación serán los descritos en 5.6.2 y 5.6.3 respectivamente, excepto las condiciones especificadas en 5.6.1.4.

5.6.1.4 Si el solicitante demuestra que las características de diseño del avión no permiten que éste vuele de conformidad con 5.6.2 y 5.6.3, los procedimientos de referencia:

- a) se apartarán de los descritos en 5.6.2 y 5.6.3 únicamente en cuanto esas características imposibiliten el empleo de esos procedimientos; y
- b) serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

5.6.1.5 Los procedimientos de referencia se calcularán en las condiciones atmosféricas de referencia siguientes:

- a) a la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) a la temperatura del aire ambiente de 25°C, es decir, ISA+10°C, salvo que a discreción de las autoridades encargadas de la homologación, estará permitido utilizar la temperatura de 15°C, o sea ISA, como otra temperatura de referencia del aire ambiente;
- c) a la humedad relativa de 70%; y
- d) sin viento.

5.6.2 Procedimientos de referencia para el despegue

La trayectoria de vuelo de despegue se calculará del modo siguiente:

- a) se utilizará la potencia media de despegue desde el comienzo del mismo hasta el punto en que se alcance por lo menos la altura sobre la pista que se indica a continuación. La potencia de despegue que se utilice será la máxima disponible para las operaciones normales, según se indica en la sección sobre performance del manual de vuelo del avión en las condiciones atmosféricas de referencia que figuran en 5.6.1.5.
 - 1) aviones de dos motores o menos — 300 m (984 ft);
 - 2) aviones de tres motores — 260 m (853 ft);
 - 3) aviones de cuatro motores o más — 210 m (689 ft);
- b) una vez que el avión haya alcanzado la altura indicada en a), la potencia no se reducirá a un valor inferior al que permita mantener:
 - 1) una pendiente ascensional del 4%; o

- 2) en el caso de aviones multimotores, el vuelo horizontal con un motor inactivo;

adoptándose la mayor de estas dos potencias;

- c) la velocidad será la de ascenso en el despegue con todos los motores en funcionamiento seleccionada por el solicitante en condiciones normales de operación, es decir, por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), se alcanzará lo antes posible después del despegue y se mantendrá durante todo el ensayo para la homologación en cuanto al ruido de despegue;
- d) durante todo el procedimiento de referencia para el despegue se mantendrá constantemente la configuración de despegue elegida por el solicitante; salvo que estará permitido replegar el tren de aterrizaje; y
- e) la masa del avión en el momento de soltar los frenos será la masa máxima de despegue en relación con la cual se solicita la homologación acústica.

5.6.3 Procedimiento de referencia para la aproximación

La trayectoria de referencia para la aproximación se calculará del modo siguiente:

- a) el avión se mantendrá en régimen estabilizado y seguirá una trayectoria de planeo de 3°;
- b) la aproximación se efectuará a una velocidad aerodinámica constante no inferior a $1,3 V_S + 19$ km/h ($1,3 V_S + 10$ kt), con empuje estabilizado durante la aproximación y por encima del punto de medición y se mantendrá dicha velocidad hasta la toma normal de contacto;
- c) la configuración constante de aproximación, que se utiliza en los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad, pero con el tren de aterrizaje desplegado, se mantendrá durante el procedimiento de referencia para la aproximación;
- d) la masa del avión, en el momento de la toma de contacto, será la masa máxima de aterrizaje permitida en la configuración de aproximación descrita en 5.6.3 c), en relación con la cual se solicita la homologación acústica; y
- e) se utilizará la configuración más crítica (la que produce los mayores niveles de ruido) correspondiente a la masa en relación con la cual se solicita la homologación.

5.7 Procedimientos de ensayo

5.7.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables tanto para las autoridades de aeronavegabilidad como para las

encargadas de la homologación acústica del Estado que expide el certificado.

5.7.2 Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se llevarán a cabo y se tramitarán en una forma aprobada para obtener la medida de evaluación del ruido denominada nivel efectivo de ruido percibido EPNL, en unidades EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

5.7.3 Los datos acústicos se ajustarán siguiendo los métodos indicados en el Apéndice 2, a las condiciones de referencia de este capítulo. Se efectuarán los ajustes de velocidad y de empuje, del modo que se indica en la Sección 9 del Apéndice 2.

5.7.4 Si la masa durante el ensayo es diferente de la masa en relación con la cual se solicita la homologación acústica, el ajuste necesario del EPNL no excederá de 2EPNdB para el despegue y de 1 EPNdB para la aproximación. Se utilizarán datos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación para determinar la variación de EPNL en función de la masa, tanto en las condiciones de ensayo de despegue como en las de aproximación. De modo similar, el ajuste necesario

del EPNL para tener en cuenta las diferencias entre la trayectoria de aproximación y la de referencia no excederá de 2 EPNdB.

5.7.5 En lo que respecta a las condiciones durante la aproximación, se aceptarán los procedimientos de ensayo si el avión sigue un ángulo constante de trayectoria de planeo de $3^\circ \pm 0,5^\circ$.

5.7.6 Si se utilizan procedimientos de ensayo equivalentes, diferentes de los procedimientos de referencia, los procedimientos de ensayo y todos los métodos que se utilicen para ajustar los resultados a los procedimientos de referencia, serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación. Los ajustes no excederán de 16 EPNdB en el despegue y de 8 EPNdB en la aproximación y, si excedieran de 8 EPNdB y de 4 EPNdB respectivamente, los niveles de ruido obtenidos serán inferiores en 2 EPNdB por lo menos a los niveles límites de ruido especificados en 5.4.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

CAPÍTULO 6. AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 kg PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO ACEPTADA ANTES DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988

6.1 Aplicación

Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

Nota 2.— Véase el Adjunto E que contiene textos de orientación para interpretar estas disposiciones de aplicación.

Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los aviones propulsados por hélice, excepto los que hayan sido específicamente proyectados para acrobacia, para trabajos agrícolas o para extinción de incendios, cuya masa máxima certificada de despegue no sea superior a 8 618 kg y con respecto a los cuales:

- a) se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 1 de enero de 1975 o entre esa fecha y el 17 de noviembre de 1988, salvo que en el caso de versiones derivadas para las cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento equivalente, el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha, corresponde aplicar las normas del Capítulo 10; o
- b) se hubiese otorgado por primera vez al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad el 1 de enero de 1980 o después de esa fecha.

6.2 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación será el nivel de presión acústica total ponderado, definido en la Publicación núm. 179¹ de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). La ponderación que se aplique a cada componente sinusoidal de la presión acústica se dará en función de la frecuencia, mediante la curva normal de referencia denominada "A".

1. Enmendada. Puede obtenerse en la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

6.3 Niveles máximos de ruido

Para los aviones especificados en 6.1 a) y b), los niveles máximos de ruido cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 3 no excederán de los valores siguientes:

- un límite constante de 68 dB(A) para los aviones cuya masa sea igual o inferior a 600 kg; para los aviones cuya masa esté comprendida entre la anterior y 1 500 kg el nivel de ruido aumentará linealmente con la masa; y para los aviones cuya masa sea de hasta 8 618 kg el límite de 80 dB(A) se mantendrá constante.

Nota.— Cuando se trate de un avión al que corresponda aplicar las disposiciones del Capítulo 10, 10.1.2, el límite de 80 dB(A) se aplica hasta 8 618 kg.

6.4 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

Los procedimientos de referencia se calcularán en las condiciones atmosféricas de referencia siguientes:

- a) a la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa; y
- b) a la temperatura del aire ambiente de 25°C (ISA + 10°C).

6.5 Procedimientos de ensayo

6.5.1 Se utilizarán los procedimientos de ensayo descritos en 6.5.2 y 6.5.3, o los procedimientos equivalentes de ensayo aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

6.5.2 Los ensayos destinados a demostrar conformidad con los niveles máximos de ruido de 6.3 consistirán en una serie de vuelos horizontales sobre la estación de medición, a una altura de

$$300 \begin{matrix} +10 \\ -30 \end{matrix} \text{ m} \quad (985 \begin{matrix} +30 \\ -100 \end{matrix} \text{ ft})$$

el avión pasará por encima del punto de medición con una tolerancia de $\pm 10^\circ$ con respecto a la vertical.

6.5.3 El sobrevuelo se efectuará a la potencia máxima dentro de la gama normal de operaciones², con la velocidad aerodinámica estabilizada y con el avión en la configuración de crucero.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

-
2. Esta condición suele indicarse en el manual de vuelo del avión y en los instrumentos de vuelo.

CAPÍTULO 7. AVIONES STOL PROPULSADOS POR HÉLICE

Nota.— No se han formulado todavía las normas y métodos recomendados correspondientes a este capítulo. Entretanto, las directrices que se ofrecen en el Adjunto B pueden utilizarse para la homologación acústica de aviones STOL propulsados por hélice para los cuales se hubiese expedido por primera vez el certificado de aeronavegabilidad el 1 de enero de 1976 o después de esa fecha.

CAPÍTULO 8. HELICÓPTEROS

8.1 Aplicación

Nota.— Véase el Capítulo 1, 1.9.

8.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los helicópteros, para los que tenga aplicación lo indicado en 8.1.2, 8.1.3, y 8.1.4, excepto los que hayan sido diseñados exclusivamente para trabajos agrícolas, para extinción de incendios o para el transporte de cargas por eslinga.

8.1.2 Respecto a un helicóptero para el cual se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 1 de enero de 1985, o después de esa fecha, se aplicarán los niveles de ruido indicados en 8.4.1, excepto para los helicópteros especificados en 8.1.4.

8.1.3 Respecto a la versión derivada de un helicóptero para el cual se hubiese aceptado una solicitud de modificación del diseño de tipo, y dicha modificación puede afectar adversamente alguno de los niveles de homologación acústica del helicóptero, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha, se aplicarán los niveles de ruido indicados en 8.4.1, excepto para los helicópteros especificados en 8.1.4.

8.1.4 Respecto a todos los helicópteros, incluidas sus versiones derivadas, para los cuales se hubiese aceptado una solicitud de certificado de aeronavegabilidad del prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 21 de marzo de 2002, o después de esa fecha, se aplicarán los niveles de ruido indicados en 8.4.2.

8.1.5 La homologación de los helicópteros que puedan transportar cargas por eslinga o equipo externos deberá efectuarse sin carga ni equipos.

Nota.— Pueden ser exceptuados los helicópteros que transporten cargas por eslinga o equipos externos si satisfacen las normas relativas a la carga interna siempre que tales operaciones tengan lugar con la masa en bruto o con otros parámetros de operación superiores a aquéllos que figuran en el certificado de aeronavegabilidad para carga interna.

8.1.6 El solicitante en virtud de 8.1.1 puede elegir la alternativa de demostrar el cumplimiento con el Capítulo 11 en lugar del Capítulo 8 si el helicóptero tiene una masa máxima certificada de despegue de 3 175 kg o menos.

8.2 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel efectivo del ruido percibido, expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2.

8.3 Puntos de referencia para la medición del ruido

En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el helicóptero no excederá de los niveles de ruido especificados en 8.4, en los puntos siguientes:

- a) *Puntos de referencia de medición del ruido de despegue*
 - 1) un punto de referencia de la trayectoria de vuelo situado sobre el terreno en la proyección de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el despegue y a una distancia horizontal de 500 m, en el sentido de vuelo, del punto en que comienza la transición al vuelo de ascenso de dicho procedimiento [véase 8.6.2 b)];
 - 2) otros dos puntos sobre el terreno, dispuestos simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el despegue y sobre una línea que pase por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.
- b) *Puntos de referencia de medición del ruido de sobrevuelo*
 - 1) un punto de referencia de la trayectoria de vuelo situado sobre el terreno a 150 m (492 ft) por debajo de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el sobrevuelo (véase 8.6.3.1);
 - 2) otros dos puntos sobre el terreno, dispuestos simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el sobrevuelo y sobre una línea que pase por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.
- c) *Puntos de referencia para la medición del ruido de aproximación*
 - 1) un punto de referencia de la trayectoria de vuelo situado sobre el terreno a 120 m (394 ft) por debajo

de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para la aproximación (véase 8.6.4). En terreno horizontal, este punto se encuentra a 1 140 m de la intersección de la trayectoria de aproximación de 6° con el plano del terreno;

- 2) otros dos puntos sobre el terreno, dispuestos simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para la aproximación y sobre una línea que pase por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.

Nota.— Véase el Adjunto H (Directrices para obtener datos del ruido de helicópteros para fines de planificación de la utilización del terreno) que define procedimientos suplementarios aceptables respecto a datos para dicha planificación.

8.4 Niveles máximos de ruido

8.4.1 En el caso de los helicópteros de que trata 8.1.2 y 8.1.3, los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2, no excederán de los valores siguientes:

8.4.1.1 *Para despegue:* 109 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 89 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

8.4.1.2 *Para sobrevuelo:* 108 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 88 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

8.4.1.3 *Para aproximación:* 110 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 90 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue.

8.4.2 En el caso de los helicópteros de que trata 8.1.4, los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de

conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2, no excederán de los valores siguientes:

8.4.2.1 *Para despegue:* 106 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 86 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

8.4.2.2 *Para sobrevuelo:* 104 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 84 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

8.4.2.3 *Para aproximación:* 109 EPNdB para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea igual o superior a 80 000 kg, valor que decrecerá linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero, a razón de 3 EPNdB por cada reducción de la masa a la mitad hasta un límite de 89 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

8.5 Compensaciones

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no será superior a 4 EPNdB;
- b) todo exceso en un solo punto no será superior a 3 EPNdB; y
- c) los excesos se compensarán por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

8.6 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

8.6.1 Condiciones generales

8.6.1.1 En los procedimientos de referencia se satisfarán los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

8.6.1.2 Los procedimientos y trayectorias de vuelo de referencia serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

8.6.1.3 Los procedimientos de referencia para el despegue, el sobrevuelo y la aproximación serán los descritos en 8.6.2, 8.6.3 y 8.6.4, respectivamente, excepto las condiciones especificadas en 8.6.1.4.

8.6.1.4 Si el solicitante demuestra que las características de diseño del helicóptero no permiten que éste vuele de conformidad con 8.6.2, 8.6.3 u 8.6.4, los procedimientos de referencia:

- a) se apartarán de los descritos en 8.6.2, 8.6.3 u 8.6.4, únicamente en cuanto esas características de diseño imposibiliten el empleo de esos procedimientos de referencia; y
- b) serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

8.6.1.5 Los procedimientos de referencia se calcularán en las condiciones atmosféricas de referencia siguientes:

- a) presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) temperatura del aire ambiente de 25°C, o sea ISA + 10°C;
- c) humedad relativa de 70%; y
- d) sin viento.

8.6.1.6 En 8.6.2 c), 8.6.3.1 c) y 8.6.4 c), el valor máximo de revoluciones por minuto (rpm) en condiciones normales de operación se tomará como la velocidad de rotor máxima para cada procedimiento de referencia correspondiente al límite de aeronavegabilidad impuesto por el fabricante y aprobado por la autoridad encargada de la homologación. Cuando se fija una tolerancia sobre la velocidad de rotor máxima, la velocidad máxima del rotor en condiciones normales de operación, se tomará como la velocidad de rotor máxima con respecto a la cual se ha fijado esa tolerancia. Si la velocidad de rotor se relaciona automáticamente con la condición de vuelo, los procedimientos para la homologación acústica exigen que se utilice la velocidad de rotor máxima en condiciones normales de operación correspondiente a esa condición de vuelo. Si el piloto puede variar la velocidad del rotor, los procedimientos para la homologación acústica cuanto al ruido exigen que se use la velocidad de rotor más alta fijada en la sección de limitaciones del manual de vuelo en condiciones de operación con el motor encendido.

8.6.2 Procedimiento de referencia para el despegue

El procedimiento de referencia para el despegue se establecerá del modo siguiente:

- a) el helicóptero se estabilizará a la potencia máxima de despegue correspondiente a la potencia mínima especificada del motor instalado disponible en las condiciones ambientales de referencia, o al límite del par de la caja de transmisión, de ambas potencias la menor, y a lo largo de una trayectoria que comience en un punto situado a 500 m antes del punto de referencia de la trayectoria de vuelo, a 20 m (65 ft) por encima del terreno;

- b) durante todo el procedimiento de referencia para el despegue, se mantendrá la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso V_y , o la velocidad mínima aprobada para el ascenso después del despegue, de ambos valores el mayor;
- c) el ascenso en régimen estabilizado se efectuará a la velocidad estabilizada de giro del rotor a las revoluciones rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para el despegue;
- d) durante todo el procedimiento de referencia para el despegue se mantendrá constantemente la configuración de despegue seleccionada por el solicitante, con el tren de aterrizaje en una posición que esté en consonancia con los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad para establecer la velocidad vertical de ascenso óptima V_y ;
- e) la masa del helicóptero será la masa máxima de despegue en relación con la cual se solicita la homologación acústica; y
- f) la trayectoria de despegue de referencia se define como un tramo recto inclinado a partir del punto de salida [500 m antes del emplazamiento del micrófono central y 20 m (65 ft) por encima del nivel del terreno] a un ángulo determinado por la velocidad óptima de ascenso (BRC) y por la velocidad V_y correspondiente a la performance mínima especificada del motor.

8.6.3 Procedimiento de referencia para el sobrevuelo

8.6.3.1 El procedimiento de referencia para el sobrevuelo se establecerá del modo siguiente:

- a) el helicóptero se estabilizará en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de vuelo, a una altura de 150 m (492 ft);
- b) se mantendrá la velocidad más baja de las velocidades $0,9 V_H$ o $0,9 V_{NE}$ o $0,45 V_H + 120 \text{ km/h}$ ($0,45 V_H + 65 \text{ kt}$) o $0,45 V_{NE} + 120 \text{ km/h}$ ($0,45 V_{NE} + 65 \text{ kt}$), durante todo el procedimiento de referencia para el sobrevuelo;

Nota.— A los efectos de la homologación acústica, V_H se define como la velocidad aerodinámica en vuelo horizontal alcanzada utilizando el par correspondiente a la potencia mínima con motor instalado, potencia máxima continuamente disponible a la presión atmosférica al nivel del mar (1 013,25 hPa), a la temperatura ambiente de 25°C, con la masa máxima certificada pertinente. V_{NE} se define como la velocidad aerodinámica de aeronavegabilidad que no debe sobrepasarse impuesta por el fabricante y aprobada por las autoridades encargadas de la certificación.

- c) el sobrevuelo se efectuará a la velocidad estabilizada de giro del rotor a las rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para vuelo horizontal;
- d) el helicóptero volará en la configuración de crucero; y
- e) la masa del helicóptero será la masa máxima de despegue en relación con la cual se solicita la homologación acústica.

8.6.3.2 En la homologación acústica, los valores de V_h y V_{NE} utilizados se citarán en el manual de vuelo aprobado.

8.6.4 Procedimiento de referencia para la aproximación

El procedimiento de referencia para la aproximación se establecerá del modo siguiente:

- a) el helicóptero se estabilizará y seguirá una trayectoria de aproximación de 6° ;
- b) la aproximación se efectuará a una velocidad aerodinámica constante igual a la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso V_y , o a la velocidad mínima aprobada para la aproximación, de ambos valores el mayor, con potencia estabilizada durante la aproximación y por encima del punto de referencia de la trayectoria de vuelo, y se mantendrá dicha velocidad hasta la toma normal de contacto;
- c) la aproximación se efectuará a la velocidad estabilizada de giro del rotor a las rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para la aproximación;
- d) durante todo el procedimiento de referencia para la aproximación se mantendrá constantemente la configuración de aproximación utilizada en los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad, con el tren de aterrizaje desplegado; y
- e) la masa del helicóptero en el momento de la toma de contacto será la masa máxima de aterrizaje en relación con la cual se solicita la homologación.

8.7 Procedimientos de ensayo

8.7.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y para las autoridades encargadas de la homologación acústica, del Estado que expida el certificado.

8.7.2 Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se llevarán a cabo y se tramitarán en una forma aprobada para dar la medida de evaluación del ruido designada con el

nombre de nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, en unidades EPNdB, como se describe en el Apéndice 2.

8.7.3 Las condiciones y procedimientos de ensayo serán análogos a las condiciones y procedimientos de referencia, o bien los datos acústicos se ajustarán, siguiendo los métodos indicados en el Apéndice 2, a las condiciones y procedimientos de referencia de este capítulo.

8.7.4 Los ajustes relativos a las diferencias entre los procedimientos de ensayo y los de referencia no excederán:

- a) *para el ruido de despegue*: 4,0 EPNdB, de los cuales la suma aritmética de Δ_1 y del término $-7,5 \log (QK/Q_r K_r)$ de Δ_2 no excederá de 2,0 EPNdB;
- b) *para el ruido de sobrevuelo o de aproximación*: 2,0 EPNdB.

8.7.5 En los ensayos, el régimen medio del rotor (rpm) no diferirá del valor normal máximo de operación en más de $\pm 1,0\%$ durante el tiempo de atenuación de 10 dB.

8.7.6 La velocidad aerodinámica del helicóptero no diferirá de la conveniente velocidad aerodinámica de referencia en el vuelo de demostración en más de ± 9 km/h (5 kt) durante el tiempo de atenuación de 10 dB.

8.7.7 El número de sobrevuelos horizontales con viento de frente será igual al número de sobrevuelos horizontales con viento de cola.

8.7.8 El helicóptero volará dentro de un ángulo de $\pm 10^\circ$ o ± 20 m de ambos valores el que sea mayor, respecto al plano vertical sobre la derrota de referencia, durante el tiempo de atenuación de 10 dB (véase la Figura 8-1).

8.7.9 Durante el sobrevuelo, la altura del helicóptero no diferirá de la altura de referencia en la vertical del punto de medición, en más de ± 9 m (30 ft).

8.7.10 Durante la demostración del ruido de aproximación, el helicóptero se mantendrá en una aproximación estabilizada a velocidad constante dentro del espacio aéreo comprendido entre los ángulos de aproximación de $5,5^\circ$ y $6,5^\circ$.

8.7.11 Los ensayos del helicóptero se efectuarán con una masa no inferior al 90% de la correspondiente masa máxima certificada y podrán efectuarse con una masa que no exceda del 105% de dicha masa máxima certificada. En cada una de las tres condiciones de vuelo, se deberá completar un ensayo por lo menos con dicha masa máxima certificada o una mayor aún.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

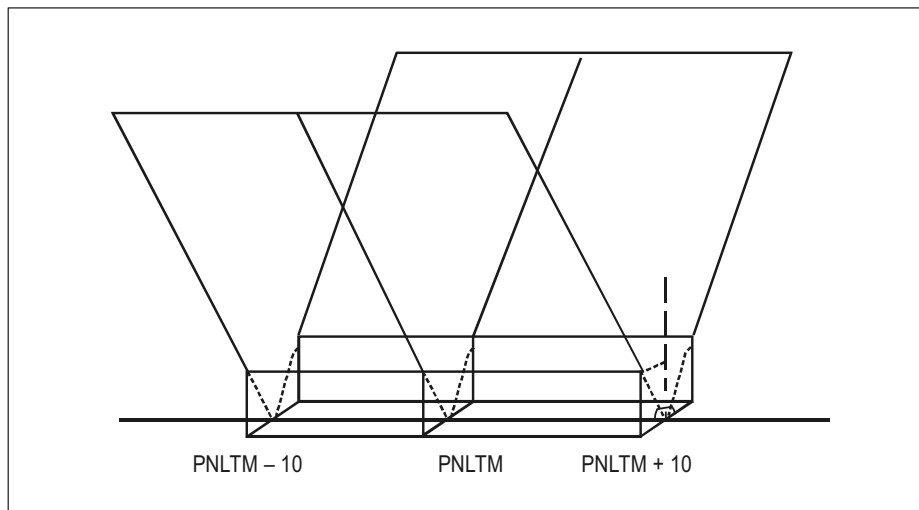


Figura 8-1. Tolerancias de desviación lateral de los helicópteros

CAPÍTULO 9. GRUPOS AUXILIARES DE ENERGÍA (APU) INSTALADOS A BORDO Y SISTEMAS ASOCIADOS DE AERONAVE DURANTE OPERACIONES EN TIERRA

Nota.— No se han formulado todavía las normas y métodos recomendados de este capítulo. Entretanto, las directrices que se proporcionan en el Adjunto C pueden utilizarse para la homologación acústica de los grupos auxiliares de energía (APU) instalados a bordo y de los correspondientes sistemas de aeronave de:

- a) aeronaves con respecto a las cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo un procedimiento prescrito equivalente el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha; y*
 - b) aeronaves de un diseño de tipo ya existente con respecto a las cuales se hubiese aceptado una solicitud de modificación del diseño de tipo que implicase la instalación básica del APU, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo un procedimiento prescrito equivalente el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha.*
-

CAPÍTULO 10. AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 kg PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO, O PARA LA VERSIÓN DERIVADA, ACEPTADA EL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988 O DESPUÉS DE ESA FECHA

10.1 Aplicación

Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

Nota 2.— Véase el Adjunto E que contiene textos de orientación para interpretar estas disposiciones de aplicación.

10.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los aviones propulsados por hélice y a sus versiones derivadas, cuya masa certificada de despegue no exceda de 8 618 kg, salvo los específicamente diseñados para acrobacia, trabajos agrícolas o extinción de incendios, y a los planeadores con motor de sustentación.

10.1.2 En el caso de un avión con respecto al cual se hubiese aceptado la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o para las versiones derivadas, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente, el 17 de noviembre de 1988 o después, salvo los aviones especificados en 10.1.4, se aplicarán los límites de ruido consignados en 10.4 a).

10.1.3 En el caso de los aviones especificados en 10.1.2 que no se ajusten a las normas de este capítulo y con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o para las versiones derivadas, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente, antes del 17 de noviembre de 1993, se aplicarán las normas del Capítulo 6.

10.1.4 En el caso de los monomotores, con la salvedad de los aviones diseñados específicamente para fines acrobáticos, trabajos agrícolas o extinción de incendios, los planeadores a motor con sustentación propia, los aviones con flotadores y anfibios, a los cuales:

- a) la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o sus versiones derivadas fue aceptada o bien la autoridad certificante llevó a cabo otro procedimiento equivalente, el o después del 4 de noviembre de 1999, se aplican los límites de ruido de 10.4 b);
- b) la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para la versión derivada fue aceptada después del 4 de noviembre de 1999 en relación con el cual la solicitud

del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, u otro procedimiento equivalente, fue realizado por la autoridad certificante, antes del 4 de noviembre de 1999, se aplican los límites de ruido de 10.4 b);

- c) se aplican los requisitos de b), pero que no satisfacen los límites de ruido de 10.4 b), se aplicarán los límites de ruido de 10.4 a) siempre y cuando la solicitud de la versión derivada se hiciera antes del 4 de noviembre de 2004.

10.2 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel máximo de ruido de ponderación “A” (L_{Amax}) definido en el Apéndice 6.

10.3 Puntos de referencia para la medición del ruido

10.3.1 En los ensayos que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el avión no excederá del nivel de ruido especificado en 10.4 en el punto de referencia para la medición del ruido de despegue.

10.3.2 El punto de referencia para la medición del ruido de despegue estará en la prolongación del eje de pista a una distancia de 2 500 m del inicio del recorrido de despegue.

10.4 Niveles máximos de ruido

Los niveles máximos de ruido fijados conforme al método de evaluación del ruido del Apéndice 6 no excederán de lo siguiente:

- a) en el caso de los aviones comprendidos en 10.1.2 y 10.1.4 c), un límite constante de 76 dB(A) para aviones cuya masa sea de hasta 600 kg, dicho valor aumentará linealmente con el logaritmo de la masa, hasta un límite de 88 dB(A), a los 1 400 kg después de lo cual el límite se mantendrá constante para aviones cuya masa sea de hasta 8 618 kg; y

- b) en el caso de los aviones comprendidos en 10.1.4 a) y b), un límite constante de 70 dB(A) para aviones cuya masa sea de hasta 570 kg aumentando linealmente a partir de ese punto con el logaritmo de la masa hasta alcanzar el límite de 85 dB(A) a los 1 500 kg, después de lo cual el límite es constante hasta los 8 618 kg.

10.5 Procedimientos de referencia para la homologación acústica

10.5.1 Condiciones generales

10.5.1.1 Los cálculos de los procedimientos de referencia y de las trayectorias de vuelo serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

10.5.1.2 Salvo en las condiciones especificadas en 10.5.1.3 el procedimiento de referencia de despegue será el definido en 10.5.2.

10.5.1.3 Si el solicitante demostrara que las características de diseño del avión impedirían que los vuelos se llevarán a cabo de conformidad con 10.5.2, los procedimientos de referencia:

- a) serán distintos de los procedimientos de referencia definidos, solamente en la medida en que dichas características de diseño imposibiliten la aplicación de los procedimientos definidos; y
- b) serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

10.5.1.4 Los procedimientos de referencia se calcularán en las condiciones atmosféricas siguientes:

- a) a la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) a la temperatura del aire ambiente de 15°C, es decir ISA;
- c) con la humedad relativa del 70%; y
- d) sin viento.

10.5.1.5 Las condiciones atmosféricas de referencia para la medición acústica serán las mismas que las condiciones atmosféricas del vuelo de referencia.

10.5.2 Procedimiento de referencia para el ruido de despegue

La trayectoria del vuelo de despegue se calculará teniendo en cuenta las dos fases siguientes:

Primera fase

- a) Se utilizará la potencia de despegue desde el momento de soltar los frenos hasta el momento en el que el avión alcance la altura de 15 m (50 ft) por encima de la pista.
- b) Se mantendrá constantemente durante toda esta primera fase la configuración de despegue seleccionada por el solicitante.
- c) La masa del avión en el momento de soltar los frenos será la máxima de despegue con respecto a la cual se solicite la homologación acústica.
- d) La longitud de esta primera parte corresponderá a la distancia de despegue indicada en los datos de aeronavegabilidad para una pista horizontal pavimentada.

Segunda fase

- a) El principio de la segunda fase coincidirá con el fin de la primera fase.
- b) Durante toda la segunda fase, el avión se mantendrá en la configuración de ascenso con el tren de aterrizaje replegado, si fuera replegable, y la deflexión de los flaps correspondiente a la configuración normal de ascenso.
- c) La velocidad será la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso, V_y .
- d) La potencia de despegue y, para los aviones con hélice de paso variable o de velocidad constante, las rpm se mantendrán durante toda la segunda fase. Si las limitaciones de aeronavegabilidad no permiten la aplicación de la potencia de despegue y las rpm hasta el punto de referencia, entonces la potencia de despegue y las rpm se mantendrán hasta donde lo permitan dichas limitaciones y de ahí en adelante a potencia y rpm máximas continuas. No se permitirá limitar el tiempo durante el cual deberán aplicarse la potencia de despegue y las rpm para cumplir con este capítulo. La altura de referencia se calculará suponiendo una pendiente ascensional apropiada para los regímenes de potencia que se utilicen.

10.6 Procedimientos de ensayo

10.6.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica del Estado que expida el certificado.

10.6.2 Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se llevarán a cabo y se tramitarán en una forma aprobada, para determinar la medida de evaluación del ruido en unidades L_{Amax} , según se describe en el Apéndice 6.

10.6.3 Los datos acústicos se ajustarán por los métodos esbozados en el Apéndice 6 a las condiciones de referencia especificadas en este capítulo.

10.6.4 Si se utilizaran procedimientos de ensayo equivalentes, éstos y todos los métodos para ajustar los resultados a los procedimientos de referencia serán aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

CAPÍTULO 11. HELICÓPTEROS DE NO MÁS DE 3 175 kg DE MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE

11.1 Aplicación

Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.9.

11.1.1 Las normas de este capítulo se aplicarán a todos los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue no exceda de 3 175 kg a los que se aplica lo indicado en 11.1.2, 11.1.3 y 11.1.4, excepto los que hayan sido diseñados exclusivamente para trabajos agrícolas, extinción de incendios o transporte de cargas por eslinga.

11.1.2 Respecto a un helicóptero para el cual se hubiese expedido la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 11 de noviembre de 1993 o después de esa fecha, se aplicarán los niveles de ruido indicados en 11.4.1, excepto para los helicópteros especificados en 11.1.4.

11.1.3 Respecto a la versión derivada de un helicóptero para el cual se hubiese expedido la solicitud del certificado de aeronavegabilidad para una modificación del diseño de tipo y dicha modificación pudiese aumentar el nivel de ruido de sobrevuelo del helicóptero, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 11 de noviembre de 1993 o después de esa fecha, se aplicarán los niveles de ruido indicados en 11.4.1, excepto para los helicópteros especificados en 11.1.4.

11.1.4 Respecto a todos los helicópteros, incluidas sus versiones derivadas, para los cuales se hubiese aceptado la solicitud del certificado de aeronavegabilidad del prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 21 de marzo de 2002 o después de esa fecha, tendrán aplicación los niveles de ruido indicados en 11.4.2.

11.1.5 La homologación de los helicópteros que puedan transportar cargas por eslinga o equipos externos deberá efectuarse sin carga ni equipos.

Nota.— Pueden ser exceptuados los helicópteros que transporten cargas por eslinga o equipo externo si satisfacen las normas relativas a la carga interna siempre que tales operaciones tengan lugar con la masa en bruto o con otros parámetros de operación superiores a aquellos que figuran en el certificado de aeronavegabilidad para carga interna.

11.1.6 El solicitante en virtud de 11.1.1, 11.1.2, 11.1.3 y 11.1.4 puede elegir la alternativa de demostrar el cumplimiento con el Capítulo 8 en lugar del presente capítulo.

11.2 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido será el nivel de exposición al ruido (SEL) según se describe en el Apéndice 4.

11.3 Puntos de referencia para la medición del ruido

En los ensayos que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el helicóptero no excederá de los niveles de ruido especificados en 11.4 en un punto de referencia de la trayectoria de vuelo situado en el terreno, 150 m (492 ft) por debajo de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el sobrevuelo (véase 11.5.2.1).

Nota.— Véase el Adjunto H, (Directrices para obtener datos del ruido de helicópteros para fines de planificación de la utilización del terreno) que define procedimientos suplementarios aceptables respecto a datos para dicha planificación.

11.4 Nivel máximo de ruido

11.4.1 En el caso de los helicópteros de que se trata en 11.1.2 y 11.1.3, los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido del Apéndice 4, no excederán de 82 decibeles en unidades SEL para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea de hasta 788 kg, valor que aumentará, de ahí en adelante, linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero a razón de 3 decibeles por cada duplicación de la masa.

11.4.2 En el caso de los helicópteros de que se trata en 11.1.4, los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido del Apéndice 4, no excederán de 82 decibeles en unidades SEL para los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue, en relación con la cual se solicita la homologación acústica, sea de hasta 1 417 kg, valor que aumentará, de ahí en adelante, linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero a razón de 3 decibeles por cada duplicación de la masa.

11.5 Procedimiento de referencia para la homologación acústica

11.5.1 Condiciones generales

11.5.1.1 El procedimiento de referencia se conformará a los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad y será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

11.5.1.2 Excepto cuando se apruebe de otro modo, el procedimiento de referencia para el sobrevuelo será el que se define en 11.5.2.

11.5.1.3 Si el solicitante demuestra que las características de diseño del helicóptero no permiten que éste vuele de conformidad con 11.5.2, se permitirá que el procedimiento de referencia se aparte del procedimiento de referencia normalizado, con la aprobación de las autoridades encargadas de la homologación, pero únicamente en cuanto esas características de diseño imposibiliten el empleo de los procedimientos de referencia.

11.5.1.4 El procedimiento de referencia se calculará en las condiciones atmosféricas de referencia siguientes:

- a) a la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) a la temperatura del aire ambiente de 25°C;
- c) a la humedad relativa de 70%; y
- d) sin viento.

11.5.1.5 Las rpm máximas en operaciones normales se tomarán como la velocidad de rotor máxima nominal correspondiente al límite de aeronavegabilidad impuesto por el fabricante y aprobado por la autoridad encargada de la homologación para el sobrevuelo. Cuando se fija una tolerancia sobre la velocidad de rotor máxima, la velocidad máxima del rotor en condiciones normales de operación, se tomará como la velocidad de rotor máxima con respecto a la cual se ha fijado esa tolerancia. Si la velocidad de rotor se relaciona automáticamente con la condición de vuelo, los procedimientos para la homologación acústica exigen que se utilice la velocidad de rotor máxima en condiciones normales de operación correspondiente a esa condición de vuelo. Si el piloto puede variar la velocidad del rotor, los procedimientos para la homologación acústica exigen que se use la velocidad de rotor más alta fijada en la sección de limitaciones del manual de vuelo en condiciones de operación con el motor encendido.

11.5.2 Procedimiento de referencia

11.5.2.1 El procedimiento de referencia se establecerá del modo siguiente:

- a) el helicóptero se estabilizará en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de vuelo a una altura de 150 m (492 ft) $\pm$ 15 m (50 ft);
- b) se mantendrá la más baja de las velocidades 0,9 V_H o 0,9 V_{NE} o 0,45 V_H +120 km/h (65 kt) o 0,45 V_{NE} +120 km/h (65 kt), durante todo el procedimiento de referencia para el sobrevuelo. A los efectos de la homologación en cuanto al ruido, V_H se define como la velocidad aerodinámica en vuelo horizontal alcanzada utilizando el par correspondiente a la potencia mínima con motor instalado, potencia máxima continuamente disponible a la presión atmosférica al nivel del mar (1 013,25 hPa), a la temperatura ambiente de 25°C, con la masa máxima certificada pertinente. V_{NE} se define como la velocidad aerodinámica de aeronavegabilidad que no debe sobrepasarse impuesta por el fabricante y aprobada por las autoridades encargadas de la certificación;
- c) el sobrevuelo se efectuará a la velocidad estabilizada de giro del rotor a las rpm máximas en operaciones normales certificadas para vuelo horizontal;
- d) el helicóptero volará en la configuración de crucero; y
- e) la masa del helicóptero será la masa máxima de despegue en relación con la cual se solicita la homologación acústica.

11.5.2.2 En la homologación acústica, los valores de V_H y V_{NE} utilizados se citarán en el manual de vuelo aprobado.

11.6 Procedimientos de ensayo

11.6.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica del Estado que expida el certificado.

11.6.2 El procedimiento de ensayo y las mediciones del ruido se llevarán a cabo y se tramitarán en una forma aprobada para dar la medida de evaluación del ruido designada con el nombre de nivel de exposición al ruido (SEL) en decibeles de ponderación "A", según se describe en el Apéndice 4.

11.6.3 Las condiciones y procedimientos de ensayo serán muy parecidos a las condiciones y procedimientos de referencia, o bien los datos acústicos se ajustarán, siguiendo los métodos indicados en el Apéndice 4, a las condiciones y procedimientos de referencia de este capítulo.

11.6.4 Durante el ensayo, se efectuarán un número de vuelos con viento de cola y el mismo número con viento de frente.

11.6.5 Los ajustes por razón de las diferencias entre los procedimientos de ensayo y los de referencia no excederán de 2,0 dB(A).

11.6.6 Durante el ensayo, el régimen medio del rotor (rpm) no diferirá de las rpm máximas para operaciones normales en más de $\pm 1,0\%$ durante el tiempo de atenuación de 10 dB.

11.6.7 La velocidad aerodinámica del helicóptero no diferirá de la velocidad aerodinámica de referencia adecuada del vuelo de demostración, según se describe en el Apéndice 4, en más de ± 5 km/h (± 3 kt) durante el tiempo de atenuación de 10 dB.

11.6.8 El helicóptero volará dentro de un ángulo de $\pm 10^\circ$ respecto al plano vertical sobre la derrota de referencia que pasa por el punto de referencia para la medición del ruido.

11.6.9 Los ensayos se efectuarán con una masa del helicóptero que no sea inferior al 90% de la masa máxima certificada pertinente y podrán efectuarse con una masa que no exceda del 105% de dicha masa máxima certificada.

Nota.— En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

CAPÍTULO 12. AVIONES SUPERSÓNICOS

12.1 Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada antes del 1 de enero de 1975

12.1.1 Las normas del Capítulo 2 de esta Parte, con excepción de los niveles máximos de ruido indicados en 2.4, se aplicarán a todos los aviones supersónicos, incluso sus versiones derivadas, con respecto a los cuales se hubiese aceptado la solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente antes del 1 de enero de 1975 y respecto a los cuales se hubiese expedido por primera vez al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad después del 26 de noviembre de 1981.

12.1.2 Los niveles máximos de ruido de los aviones de que trata 12.1.1, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido del Apéndice 1, no excederán de los niveles medidos de ruido del primer avión certificado de este tipo.

12.2 Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de aeronavegabilidad para el prototipo aceptada el 1 de enero de 1975 o después de esa fecha

Nota.— No se han formulado todavía las normas y métodos recomendados correspondientes a estos aviones, pero los niveles de ruido del Capítulo 3 de esta Parte, que se aplican a los aviones de reacción subsónicos, pueden utilizarse como orientación para los aviones con respecto a los cuales se hubiese aceptado una solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo, o las autoridades encargadas de la certificación hubiesen llevado a cabo un procedimiento prescrito equivalente, el 1 de enero de 1975 o después de esa fecha.

CAPÍTULO 13. AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE

Nota 1.— Todavía no se han formulado las normas y métodos recomendados de este capítulo. Entre tanto, pueden utilizarse los textos de orientación del Adjunto F para la homologación acústica de aeronaves de rotor basculante respecto a las cuales se hubiera expedido un certificado de aeronavegabilidad de tipo el 13 de mayo de 1998 o después de esa fecha o para suministrar datos para fines de planificación del uso de los terrenos.

Nota 2.— En la redacción de estas directrices se han utilizado ampliamente, de ser aplicables, las normas de homologación acústica de helicópteros que figuran en el Capítulo 8.

PARTE III. MEDICIÓN DEL RUIDO PARA FINES DE VIGILANCIA

Nota.— La recomendación que sigue ha sido preparada para ayudar a los Estados que hagan mediciones de ruido para fines de vigilancia, hasta que se llegue a un acuerdo sobre un método único.

Recomendación.— *Que el método de medición del ruido de las aeronaves presentado en el Apéndice 5 se utilice para fines de vigilancia.*

Nota.— Estos fines se entiende que incluyen: la vigilancia del cumplimiento y la verificación de la eficacia de los requisitos de atenuación del ruido que se establezcan para las aeronaves en vuelo o en tierra. Por lo tanto, sería necesario dar una indicación del grado de correlación entre los valores obtenidos por el método utilizado para la medición del ruido para fines de proyecto de aeronaves y los métodos empleados para fines de vigilancia.

PARTE IV. EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LOS AEROPUERTOS

Nota.— Las recomendaciones que siguen se han elaborado para facilitar las comunicaciones en el plano internacional entre los Estados que han adoptado diversos métodos de evaluación del ruido para planificar la utilización de los terrenos.

1. **Recomendación.**— *Cuando se deseen comparar a nivel internacional las evaluaciones del ruido en las cercanías de los aeropuertos, debería emplearse la metodología descrita en el Método recomendado para calcular las curvas de nivel de ruido en la vecindad de los aeropuertos (Cir 205).*

2. **Recomendación.**— *Los Estados contratantes que todavía no hubieran adoptado métodos nacionales de evaluación del ruido, o que estuvieran en el proceso de modificar su metodología, deberían recurrir a la descrita en el Método recomendado para calcular las curvas de nivel de ruido en la vecindad de los aeropuertos (Cir 205).*

PARTE V. ENFOQUE EQUILIBRADO PARA LA GESTIÓN DEL RUIDO

Nota.— Las disposiciones de la Parte II de este Anexo se refieren a la homologación acústica que caracteriza el nivel máximo de ruido emitido por la aeronave. Sin embargo, en los procedimientos de atenuación del ruido aprobados por las autoridades nacionales y que figuran en los manuales de operaciones se permite una reducción del ruido durante las operaciones de aeronaves.

1. El enfoque equilibrado consiste en determinar el problema del ruido en un aeropuerto y luego analizar las diversas medidas disponibles para reducirlo, considerando cuatro elementos principales, es decir, reducción en la fuente (véase la Parte II del presente Anexo), planificación y gestión de la utilización de los terrenos, procedimientos operacionales de atenuación del ruido y restricciones a las operaciones, con miras a resolver el problema del ruido de la forma más económica. Todos esos elementos se analizan en la *Orientación sobre el Enfoque equilibrado para la gestión del ruido de las aeronaves* (Doc 9829).

2. Los procedimientos operacionales de aeronaves para la atenuación del ruido no se introducirán a menos que la autoridad reguladora, basándose en estudios y consultas pertinentes determine que exista un problema de ruido.

3. **Recomendación.**— *Los procedimientos operacionales de aeronaves para la atenuación del ruido deberían elaborarse en consulta con los explotadores que utilizan el aeródromo interesado.*

4. **Recomendación.**— *Al elaborar procedimientos operacionales de aeronaves para la atenuación del ruido deberían tenerse en cuenta los siguientes factores:*

- a) la naturaleza y alcance del problema del ruido, incluyendo:*

- 1) el emplazamiento de las áreas sensibles al ruido; y*
- 2) las horas críticas;*
- b) las clases de tránsito afectadas, incluyendo la masa de las aeronaves, la elevación del aeródromo, consideraciones sobre la temperatura;*
- c) los tipos de procedimientos que probablemente serían más eficaces;*
- d) franqueamiento de obstáculos [PANS-OPS (Doc 8168), Volúmenes I y II]; y*
- e) la actuación humana en la aplicación de los procedimientos operacionales.*

Nota 1.— Véase el Anexo 6 Parte I, Capítulo 4, en lo que se refiere a los procedimientos operacionales de aviones para la atenuación del ruido.

Nota 2.— Textos de orientación sobre actuación humana figuran en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc 9683).

5. **Recomendación.**— *Si bien en la mayoría de los países la planificación y la gestión de la utilización del terreno son responsabilidad de las autoridades nacionales o locales en materia de planificación y no de las autoridades aeronáuticas, la OACI ha elaborado textos de orientación que deberían utilizarse para asistir a las autoridades de planificación en la adopción de medidas apropiadas para garantizar una gestión compatible de la utilización del terreno en las proximidades del aeropuerto para beneficio tanto del aeropuerto como de las comunidades adyacentes [Manual de planificación de aeropuertos, Parte 2, (Doc 9184)].*

APÉNDICE 1. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO ACEPTADA ANTES DEL 6 DE OCTUBRE DE 1977

Nota 1.— Véase la Parte II, Capítulo 2.

Nota 2.— Los procedimientos que figuran en este apéndice se aplican también a algunos tipos de aeronaves comprendidos en los Capítulos 5 y 12.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— Este método de evaluación del ruido comprende:

- a) condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica;*
- b) medición del ruido de aviones percibido en tierra;*
- c) cálculo del nivel efectivo de ruido percibido a partir de los datos de ruido medidos; y*
- d) notificación de los datos a las autoridades encargadas de la homologación y corrección de los datos medidos.*

Nota 2.— Las instrucciones y los procedimientos de este método se han delineado claramente para asegurar la uniformidad de los ensayos de homologación y para poder comparar entre sí los ensayos efectuados con aviones de varios tipos en diversos lugares geográficos. El método se aplica únicamente a los aviones comprendidos en las cláusulas de aplicación de la Parte II, Capítulo 2.

Nota 3.— En las Secciones 6 a 9 de este apéndice se incluyen una lista completa de símbolos y unidades, la formulación matemática de la ruidosidad percibida, un procedimiento para determinar la atenuación atmosférica del sonido, y procedimientos detallados para corregir niveles de ruido de modo que correspondan a condiciones de referencia.

2. CONDICIONES DE ENSAYO Y MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

2.1 Generalidades

En esta sección se prescriben las condiciones en que se llevarán a cabo los ensayos de homologación en acústica, así como también los procedimientos de medición que corresponde usar.

Nota.— Muchas solicitudes de homologación acústica tratan únicamente de modificaciones de menor cuantía del diseño de tipo del avión. Los cambios de ruido resultantes con frecuencia pueden evaluarse de una manera fiable, sin que sea necesario efectuar un ensayo completo como el que se describe en este apéndice. Por esta razón se alienta a las autoridades encargadas de la homologación a permitir la utilización de “procedimientos equivalentes” apropiados. Además, existen procedimientos equivalentes que pueden utilizarse para los ensayos completos de homologación con el fin de reducir los costes y obtener resultados fiables. En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes para la homologación acústica de los aviones de reacción subsónicos y de los aviones propulsados por hélice.

2.2 Condiciones generales de los ensayos

2.2.1 Los ensayos para determinar si se cumple lo establecido respecto a los niveles de homologación acústica consistirán en una serie de despegues y aterrizajes durante los cuales se efectuarán mediciones en los puntos especificados por las autoridades encargadas de la homologación. Estos puntos son normalmente:

- punto de medición del ruido de sobrevuelo¹;
- punto de medición del ruido de aproximación; y
- puntos de medición del ruido lateral²;

los cuales, para fines de homologación acústica, se especifican en la Parte II, Capítulo 2, 2.3. Para garantizar que se obtiene el máximo nivel subjetivo de ruido a lo largo de la línea lateral se utilizará suficiente número de estaciones en estas líneas laterales. Para determinar si existe alguna asimetría en el campo de ruido, se emplazará por lo menos una estación de

1. Denominado algunas veces punto de medición del ruido de despegue.
2. Denominados algunas veces puntos de medición de línea lateral.

medición a lo largo de la línea lateral alterna. En cada despegue de ensayo, se efectuarán mediciones simultáneas en los puntos de medición de línea lateral a ambos lados de la pista y también en el punto de medición de sobrevuelo.

2.2.2 Los lugares en que se mida el ruido producido por los aviones en vuelo estarán rodeados de terreno relativamente llano, que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y apelmazada, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico cuyo vértice coincida con el punto de medición, no habrá ningún obstáculo que pueda influenciar de una manera significativa el campo sonoro procedente del avión. Dicho cono está definido por un eje perpendicular al suelo y por un semiángulo a 75° de ese eje. Si la altura del suelo en algún punto de medición difiere en más de 6 m (20 ft) de la del punto más próximo en la pista se harán correcciones.

Nota.— Las personas que llevan a cabo las mediciones pueden constituir un obstáculo.

2.2.3 Los ensayos se llevarán a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) ausencia de precipitación;
- b) humedad relativa no superior al 90% ni inferior al 30%;
- c) temperatura ambiente no superior a 30°C ni inferior a 2°C, a 10 m (33 ft) sobre el terreno;
- d) velocidad media del viento no superior a 19 km/h (10 kt) y de la componente transversal no superior a 9 km/h (5 kt) a 10 m (33 ft) sobre el terreno. Se recomienda calcular la media durante un período de 30 s correspondiente a una atenuación de 10 dB; y
- e) ausencia de inversión de temperatura o de condiciones anómalas de viento que puedan afectar de una manera significativa al nivel de ruido del avión registrado en los puntos de medición especificados por las autoridades encargadas de la homologación.

2.3 Procedimientos de ensayo para aviones

2.3.1 Los procedimientos de ensayo serán aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica, del Estado que expida el certificado.

2.3.2 Los procedimientos de ensayo y mediciones de ruido para aviones se ejecutarán y se tratarán con arreglo a métodos aprobados, para obtener la medida de evaluación del ruido designada como nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, en unidades EPNdB, según se describe en la Sección 4 de este apéndice.

2.3.3 La altura y posición lateral del avión con respecto a la prolongación del eje de pista se determinarán mediante un

método independiente de los instrumentos normales de a bordo, por ejemplo, por seguimiento radar, triangulación con teodolito o fototelemetría, que han de aprobar las autoridades encargadas de la homologación.

2.3.4 Mediante señales de sincronización, se relacionará la posición del avión a lo largo de la trayectoria de vuelo con el ruido registrado en los puntos de medición. Durante la aproximación, se registrará la posición del avión con respecto a la pista, desde un punto situado por lo menos a 7,4 km (4 NM) del umbral hasta el punto de toma de contacto; durante el despegue, se efectuará el registro a 11 km (6 NM), como mínimo, del inicio del recorrido de despegue.

2.3.5 Si el ensayo de despegue se lleva a cabo con una masa distinta de la máxima de despegue indicada en la solicitud de homologación, la corrección EPNL necesaria no excederá de 2 EPNdB. Si el ensayo de aproximación se lleva a cabo con una masa distinta de la máxima de aterrizaje indicada en la solicitud de homologación, la corrección EPNL no excederá de 1 EPNdB. Para determinar la variación del EPNL con la masa en los ensayos de despegue y aproximación se usarán datos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

2.4 Mediciones

2.4.1 Los datos de posición y de performance que se necesitan para hacer las correcciones descritas en la Sección 5 de este apéndice se registrarán automáticamente a un ritmo de muestreo aprobado. La posición del avión se registrará con respecto a la pista, desde un punto situado por lo menos a 7,4 km (4 NM) del trecho comprendido entre el umbral y el punto de toma de contacto, cuando se trate de la aproximación, y a 11 km (6 NM) del inicio del recorrido de despegue. Se usará equipo de medición aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

2.4.2 Los datos de posición y de performance se ajustarán mediante los métodos descritos en la Sección 5 de este apéndice, a las condiciones meteorológicas de referencia indicadas en 5.3 a).

2.4.3 Los datos acústicos se ajustarán mediante los métodos descritos en la Sección 5 de este apéndice a las condiciones meteorológicas de referencia indicadas en 5.3 a) 1), 2) y 3). Además, se aplicará una corrección de los datos acústicos para tener en cuenta variaciones de la distancia mínima de ensayo respecto a la distancia mínima de referencia entre la trayectoria de aproximación del avión y el punto de medición de aproximación; una trayectoria de despegue tal que pase por la vertical del punto de medición de sobrevuelo, y para tener en cuenta diferencias de más de 6 m (20 ft) entre la elevación de los lugares de medición y la elevación del punto más próximo en la pista.

2.4.4 Se aprobará el uso de la torre del aeródromo u otra instalación como emplazamiento central en el cual las

mediciones de los parámetros atmosféricos son representativas de las condiciones que reinan en la región geográfica en que se llevan a cabo las mediciones del ruido de los aviones. Sin embargo, la velocidad del viento en la superficie y la temperatura ambiente se medirán cerca de la posición del micrófono en los puntos de medición del ruido de aproximación, lateral y de despegue y los ensayos no serán aceptados a menos que las condiciones se atengan a la Sección 2 de este apéndice.

3. MEDICIÓN DEL RUIDO DE LOS AVIONES PERCIBIDO EN TIERRA

3.1 Generalidades

3.1.1 Las mediciones proporcionarán los datos que se necesitan para determinar, en función del tiempo y por bandas de tercio de octava, el ruido producido por los aviones durante el vuelo, en cualquier estación de observación que se requiera.

3.1.2 Los métodos para determinar la distancia entre las estaciones de observación y el avión comprenderán técnicas de triangulación con teodolito, las dimensiones a escala del avión en fotografías tomadas mientras éste sobrevuele los puntos de medición, altímetros radar, y sistemas de seguimiento radar. El método que se use deberá ser aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

3.1.3 Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido, se obtendrán mediante equipo acústico y métodos de medición aprobados que se ajusten a las especificaciones que se dan a continuación (3.2 a 3.4).

3.2 Sistema de medición

El sistema de medición acústica constará de equipo aprobado, equivalente al que se indica a continuación:

- a) un sistema microfónico que tenga una respuesta de frecuencia compatible con la precisión especificada en 3.3 para el sistema de medición y análisis;
- b) trípodes o soportes similares para los micrófonos, que reduzcan al mínimo la interferencia en el sonido que se esté midiendo;
- c) equipo de registro y reproducción cuyas características, respuesta de frecuencia y gama dinámica sean compatibles con los requisitos de respuesta y precisión establecidos en 3.3;
- d) calibradores acústicos para ruido de onda sinusoidal o de banda ancha con nivel conocido de presión acústica. Si se usa ruido de banda ancha, se describirá la señal en término de su valor de media cuadrática (rms) medio y máximo, correspondiente a un nivel de señal que no sea de sobrecarga;

- e) equipo de análisis que satisfaga los requisitos de respuesta y precisión especificados en 3.4.

3.3 Equipo de captación, registro y reproducción

3.3.1 El sonido producido por el avión se registrará de tal manera que se retenga la información completa, incluso la evolución en función del tiempo. Para ello es aceptable un magnetófono.

3.3.2 Las características del sistema satisfarán las recomendaciones que figuran en la Publicación núm. 179³ de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), en las secciones que tratan de las características de micrófonos y amplificadores.

Nota.— El texto y las especificaciones de la Publicación CEI núm. 179³ titulada “Medidores de precisión del nivel sonoro” se incorporan a título de referencia en este apéndice y se hacen formar parte de él.⁴

3.3.3 En toda la extensión de la gama de frecuencias de 45 a 11 200 Hz, la respuesta del sistema a una onda sinusoidal progresiva, sensiblemente plana y de amplitud constante, estará dentro de los límites de tolerancia especificados en la Publicación núm. 179,³ de la CEI.

3.3.4 Si las limitaciones de la gama dinámica del equipo lo exigieran, se agregará preacentuación de altas frecuencias al canal de registro, y se introducirá desacentuación al reproducir la grabación. La preacentuación se aplicará de modo tal que el nivel de presión acústica instantáneo registrado de la señal de ruido máximo medida en una gama de 800 a 11 200 Hz, no varíe más de 20 dB entre los niveles de las bandas de tercio de octava máxima y mínima.

3.3.5 El equipo se calibrará, tanto electrónicamente como acústicamente, de acuerdo con lo indicado en 3.4. La calibración acústica se efectuará con medios que proporcionen condiciones de campo libre.

3.3.6 Cuando se hagan mediciones de ruido de aviones con velocidades de viento superiores a 11 km/h (6 kt) se protegerá el micrófono con una pantalla. Los datos de medición se corregirán para compensar toda pérdida de inserción causada por la pantalla. Dicha pérdida se expresará en función de la frecuencia, y se notificarán las correcciones que se apliquen.

3.4 Equipo de análisis

3.4.1 Se efectuará un análisis de frecuencia de la señal acústica, de una manera equivalente al uso de filtros de tercio de octava, de acuerdo con las recomendaciones que figuran en la Publicación núm. 225³ de la Comisión Electrotécnica Internacional.

Nota.— El texto y las especificaciones de la Publicación CEI núm. 225³ titulada “Filtros de banda de octava, de media octava y de tercio de octava para analizar sonidos y vibraciones”, se incorporan a título de referencia en este apéndice y se hacen formar parte de él.⁵

3.4.2 Se usará un juego de 24 filtros consecutivos de tercio de octava o su equivalente. El primer filtro del juego se centrará en una frecuencia media geométrica de 50 Hz y el último se centrará en una frecuencia media geométrica de 10 kHz.

3.4.3 El dispositivo indicador del analizador será analógico, digital o una combinación de ambos. La señal se tratará preferiblemente en el orden siguiente:

- a) elevación al cuadrado de los datos de salida de los filtros de tercio de octava;
- b) promediación o integración; y
- c) conversión de las funciones lineales en funciones logarítmicas.

El dispositivo indicador será utilizable para un factor de cresta de 3, como mínimo, y medirá el nivel eficaz (valor medio cuadrático verdadero) de la señal en cada una de las 24 bandas de tercio de octava, con una tolerancia de $\pm 1,0$ dB. Si se usara un instrumento que no indique valores eficaces verdaderos, se calibrará para señales no sinusoidales y niveles variables en función del tiempo. La calibración proporcionará medios para convertir los niveles de salida en valores medios cuadráticos verdaderos.

3.4.4 La respuesta dinámica del analizador a señales de entrada, cuyas amplitudes sean la plena escala y la plena escala menos 20 dB, satisfarán los dos requisitos siguientes:

- a) el valor máximo de salida deberá ser $4 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$ menor que el valor obtenido para una señal estacionaria de la misma frecuencia y amplitud, cuando se aplique a la entrada un impulso sinusoidal de 0,5 s de duración, a la frecuencia central de cada banda de tercio de octava;
- b) el valor máximo de salida excederá en $0,5 \pm 0,5 \text{ dB}$ del valor final estacionario cuando se aplique súbitamente a la entrada del analizador una señal sinusoidal estacionaria a la frecuencia media geométrica de cada banda de tercio de octava y se mantenga constante.

3.4.5 Se obtendrá un solo valor eficaz de nivel para cada una de las 24 bandas de tercio de octava, cada $0,5 \pm 0,01 \text{ s}$. Los niveles correspondientes a todas estas bandas deberán obtenerse dentro de un período de 50 ms. En cada período de 0,5 s no se excluirán de la medición más de 5 ms de datos.

3.4.6 El analizador tendrá un poder de resolución de amplitud inferior o igual a 0,50 dB.

3.4.7 Cada uno de los niveles de salida del analizador corresponderá al nivel de la señal de entrada con una precisión de $\pm 1,0 \text{ dB}$, después de que se hayan eliminado todos los errores sistemáticos. El total de estos errores para cada nivel de salida no será mayor de $\pm 3 \text{ dB}$. En el caso de sistemas de filtro contiguos, la corrección de errores sistemáticos entre los canales de un tercio de octava adyacentes no excederá de 4 dB.

3.4.8 La capacidad de la gama dinámica del analizador para presentar el caso de ruido producido por un solo avión, será de 45 dB, como mínimo, en términos de la diferencia entre el nivel de salida de plena escala y el nivel máximo de ruido del equipo analizador.

3.4.9 Se someterá el sistema electrónico íntegro a una calibración eléctrica de frecuencia y amplitud por medio de señales sinusoidales o de banda ancha cuyas frecuencias abarquen la gama de 45 a 11 200 Hz. Las amplitudes de dichas señales serán conocidas y cubrirán la gama de niveles de señal proporcionados por el micrófono. Si se usaran señales de banda ancha, se describirán en función de sus valores eficaces medio y máximo correspondientes a un nivel de señal que no sea de sobrecarga.

3.5 Procedimientos de medición del ruido

3.5.1 Se orientarán los micrófonos en una dirección conocida, de modo que el sonido máximo recibido llegue lo más exactamente posible de la dirección para la cual están calibrados. Los micrófonos se colocarán de modo que los sensores se encuentren aproximadamente a 1,2 m (4 ft) sobre el terreno.

3.5.2 Inmediatamente antes y después de cada ensayo, se someterá el sistema, en el lugar de su utilización, a una calibración acústica, la que se registrará. Esta calibración, que se lleva a cabo con un calibrador acústico, tiene el doble objeto de verificar la sensibilidad del sistema y de proporcionar un nivel de referencia para analizar los datos de niveles de sonido.

3.5.3 Para reducir al mínimo los errores debidos al equipo o al operador, siempre que sea factible se suplementará dicha calibración sobre el terreno insertando un dispositivo de tensión para aplicar una señal conocida a la entrada del micrófono, inmediatamente antes y después de la grabación de los datos de ruido del avión.

3. Enmendada.

4. Este documento se publicó por primera vez en 1965 por la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, ubicada en 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

5. Este documento se publicó por primera vez en 1966 por la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, ubicada en 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

Tabla A1-1. Valores noy en función del nivel de presión acústica (29 < SPL < 89)

SPL (dB)	Frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava (Hz)																							
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10 000
29																			1,00	1,00				
30																		1,00	1,07	1,07	1,00			
31																		1,07	1,15	1,15	1,07	1,00		
32																	1,00	1,15	1,23	1,23	1,15	1,07		
33																	1,07	1,23	1,32	1,32	1,23	1,15		
34																1,00	1,15	1,32	1,41	1,41	1,32	1,23		
35																1,07	1,23	1,41	1,51	1,51	1,41	1,32		
36																1,15	1,32	1,51	1,62	1,62	1,51	1,41		
37																1,23	1,41	1,62	1,74	1,74	1,62	1,51	1,00	
38															1,00	1,32	1,51	1,74	1,86	1,86	1,74	1,62	1,10	
39															1,07	1,41	1,62	1,86	1,99	1,99	1,86	1,74	1,21	
40										1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,51	1,74	1,99	2,14	2,14	1,99	1,86	1,34	
41										1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,23	1,62	1,86	2,14	2,29	2,29	2,14	1,99	1,48	1,00
42									1,00	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,32	1,74	1,99	2,29	2,45	2,45	2,29	2,14	1,63	1,10
43									1,07	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,41	1,86	2,14	2,45	2,63	2,63	2,45	2,29	1,79	1,21
44								1,00	1,15	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,52	1,99	2,29	2,63	2,81	2,81	2,63	2,45	1,99	1,34
45									1,08	1,24	1,41	1,41	1,41	1,41	1,62	2,14	2,45	2,81	3,02	3,02	2,81	2,63	2,14	1,48
46								1,00	1,16	1,33	1,52	1,52	1,52	1,52	1,74	2,29	2,63	3,02	3,23	3,23	3,02	2,81	2,29	1,63
47									1,08	1,25	1,42	1,62	1,62	1,62	1,87	2,45	2,81	3,23	3,46	3,46	3,23	3,02	2,45	1,79
48						1,00	1,17	1,34	1,53	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	2,00	2,63	3,02	3,46	3,71	3,71	3,46	3,23	2,63	1,98
49						1,08	1,26	1,45	1,64	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	2,14	2,81	3,23	3,71	3,97	3,97	3,71	3,46	2,81	2,15
50							1,17	1,36	1,56	1,76	2,00	2,00	2,00	2,00	2,30	3,02	3,46	3,97	4,26	4,26	3,97	3,71	3,02	2,40
51					1,00	1,26	1,47	1,68	1,89	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,46	3,23	3,71	4,26	4,56	4,56	4,26	3,97	3,23	2,63
52					1,08	1,36	1,58	1,80	2,03	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,64	3,46	3,97	4,56	4,89	4,89	4,56	4,26	3,46	2,81
53				1,00	1,18	1,47	1,71	1,94	2,17	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,83	3,71	4,26	4,89	5,24	5,24	4,89	4,56	3,71	3,02
54				1,09	1,28	1,58	1,85	2,09	2,33	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	3,03	3,97	4,56	5,24	5,61	5,61	5,24	4,89	3,97	3,23
55					1,18	1,38	1,71	2,00	2,25	2,50	2,83	2,83	2,83	2,83	3,25	4,26	4,89	5,61	6,01	6,01	5,61	5,24	4,26	3,46
56			1,00	1,29	1,50	1,85	2,15	2,42	2,69	3,03	3,03	3,03	3,03	3,48	4,56	5,24	6,01	6,44	6,44	6,01	5,61	4,56	3,71	
57			1,09	1,40	1,63	2,00	2,33	2,61	2,88	3,25	3,25	3,25	3,25	3,73	4,89	5,61	6,44	6,90	6,90	6,44	6,01	4,89	3,97	
58			1,18	1,53	1,77	2,15	2,51	2,81	3,10	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	4,00	5,24	6,01	6,90	7,39	7,39	6,90	6,44	5,24	4,26
59			1,29	1,66	1,92	2,33	2,71	3,03	3,32	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	4,29	5,61	6,44	7,39	7,92	7,92	7,39	6,90	5,61	4,56
60		1,00	1,40	1,81	2,08	2,51	2,93	3,26	3,57	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,59	6,01	6,90	7,92	8,49	8,49	7,92	7,39	6,01	4,89
61		1,10	1,53	1,97	2,26	2,71	3,16	3,51	3,83	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,92	6,44	7,39	8,49	9,09	9,09	8,49	7,92	6,44	5,24
62		1,21	1,66	2,15	2,45	2,93	3,41	3,78	4,11	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	5,28	6,90	7,92	9,09	9,74	9,74	9,09	8,49	6,90	5,61
63		1,32	1,81	2,34	2,65	3,16	3,69	4,06	4,41	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	5,66	7,39	8,49	9,74	10,4	10,4	9,74	9,09	7,39	6,01
64	1,00	1,45	1,97	2,54	2,88	3,41	3,98	4,38	4,73	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	6,06	7,92	9,09	10,4	11,2	11,2	10,4	9,74	7,92	6,44
65	1,11	1,60	2,15	2,77	3,12	3,69	4,30	4,71	5,08	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	6,50	8,49	9,74	11,2	12,0	12,0	11,2	10,4	8,49	6,90
66	1,22	1,75	2,34	3,01	3,39	3,98	4,64	5,07	5,45	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,96	9,09	10,4	12,0	12,8	12,8	12,0	11,2	9,09	7,39
67	1,35	1,92	2,54	3,28	3,68	4,30	5,01	5,46	5,85	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	7,46	9,74	11,2	12,8	13,8	13,8	12,8	12,0	9,74	7,92
68	1,49	2,11	2,77	3,57	3,99	4,64	5,41	5,88	6,27	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	8,00	10,4	12,0	13,8	14,7	14,7	13,8	12,8	10,4	8,49
69	1,65	2,32	3,01	3,88	4,33	5,01	5,84	6,33	6,73	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	8,57	11,2	12,8	14,7	15,8	15,8	14,7	13,8	11,2	9,09
70	1,82	2,55	3,28	4,23	4,69	5,41	6,31	6,81	7,23	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	9,19	12,0	13,8	15,8	16,9	16,9	15,8	14,7	12,0	9,74
71	2,02	2,79	3,57	4,60	5,09	5,84	6,81	7,33	7,75	8,57	8,57	8,57	8,57	8,57	9,85	12,8	14,7	16,9	18,1	18,1	16,9	15,8	12,8	10,4
72	2,23	3,07	3,88	5,01	5,52	6,31	7,36	7,90	8,32	9,19	9,19	9,19	9,19	9,19	10,6	13,8	15,8	18,1	19,4	19,4	18,1	16,9	13,8	11,2
73	2,46	3,37	4,23	5,45	5,99	6,81	7,94	8,50	8,93	9,85	9,85	9,85	9,85	9,85	11,3	14,7	16,9	19,4	20,8	20,8	19,4	18,1	14,7	12,0
74	2,72	3,70	4,60	5,94	6,50	7,36	8,57	9,15	9,59	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	12,1	15,8	18,1	20,8	22,3	22,3	20,8	19,4	15,8	12,8
75	3,01	4,06	5,01	6,46	7,05	7,94	9,19	9,85	10,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	13,0	16,9	19,4	22,3	23,9	23,9	22,3	20,8	16,9	13,8
76	3,32	4,46	5,45	7,03	7,65	8,57	9,85	10,6	11,0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	13,9	18,1	20,8	23,9	25,6	25,6	23,9	22,3	18,1	14,7
77	3,67	4,89	5,94	7,66	8,29	9,19	10,6	11,3	11,8	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,9	19,4	22,3	25,6	27,4	27,4	25,6	23,9	19,4	15,8
78	4,06	5,37	6,46	8,33	9,00	9,85	11,3	12,1	12,7	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	16,0	20,8	23,9	27,4	29,4	29,4	27,4	25,6	20,8	16,9
79	4,49	5,90	7,03	9,07	9,76	10,6	12,1	13,0	13,6	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	17,1	22,3	25,6	29,4	31,5	31,5	29,4	27,4	22,3	18,1
80	4,96	6,48	7,66	9,85	10,6	11,3	13,0	13,9	14,6	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	18,4	23,9	27,4	31,5	33,7	33,7	31,5	29,4	23,9	19,4
81	5,48	7,11	8,33	10,6	11,3	12,1	13,9	14,9	15,7	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	19,7	25,6	29,4	33,7	36,1	36,1	33,7	31,5	25,6	20,8
82	6,06	7,81	9,07	11,3	12,1	13,0	14,9	16,0	16,9	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	21,1	27,4	31,5	36,1	38,7	38,7	36,1	33,7	27,4	22,3
83	6,70	8,57	9,87	12,1	13,0	13,9	16,0	17,1	18,1	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	22,6	29,4	33,7	38,7	41,5	41,5	38,7	36,1	29,4	23,9
84	7,41	9,41	10,7	13,0	13,9	14,9	17,1	18,4	19,4	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1	24,3	31,5	36,1	41,5	44,4	44,4	41,5	38,7	31,5	25,6
85	8,19	10,3	11,7	13,9	14,9	16,0	18,4	19,7	20,8	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	26,0	33,7	38,7	44,4	47,6	47,6	44,4	41,5	33,7	27,4
86	9,05	11,3	12,7	14,9	16,0	17,1	19,7	21,1	22,4	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	27,9	36,1	41,5	47,6	51,0	51,0	47,6	44,4	36,1	29,4
87	10,0	12,1	13,9	16,0	17,1	18,4	21,1	22,6	24,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	29,9	38,7	44,4	51,0	54,7	54,7	51,0	47,6	38,7	31,5
88	11,1	13,0	14,9	17,1	18,4	19,7	22,6	24,3	25,8	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	32,0	41,5	47,6	54,7	58,6	58,6	54,7	51,0	41,5	33,7
89	12,2	13,9	16,0	18,4	19																			

Tabla A1-1 (Cont.). Valores noy en función del nivel de presión acústica (90 < SPL < 150)

SPL (dB)	Frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava (Hz)																																	
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000										
90	13,5	14,9	17,1	19,7	21,1	22,6	26,0	27,9	29,7	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	36,8	47,6	54,7	62,7	67,2	67,2	62,7	58,6	47,6	38,7										
91	14,9	16,0	18,4	21,1	22,6	24,3	27,9	29,9	31,8	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	39,4	51,0	58,6	67,2	72,0	72,0	67,2	62,7	51,0	41,5										
92	16,0	17,1	19,7	22,6	24,3	26,0	29,9	32,0	34,2	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	42,2	54,7	62,7	72,0	77,2	77,2	72,0	67,2	54,7	44,4										
93	17,1	18,4	21,1	24,3	26,0	27,9	32,0	34,3	36,7	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	45,3	58,6	67,2	77,2	82,7	82,7	77,2	67,2	58,6	47,6										
94	18,4	19,7	22,6	26,0	27,9	29,9	34,3	36,8	39,4	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	48,5	62,7	72,0	82,7	88,6	88,6	82,7	72,0	62,7	51,0										
95	19,7	21,1	24,3	27,9	29,9	32,0	36,8	39,4	42,2	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	52,0	67,2	77,2	88,6	94,9	94,9	88,6	82,7	67,2	54,7										
96	21,1	22,6	26,0	29,9	32,0	34,3	39,4	42,2	45,3	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	55,7	72,0	82,7	94,9	102	102	94,9	88,6	72,0	58,6										
97	22,6	24,3	27,9	32,0	34,3	36,8	42,2	45,3	48,5	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	59,7	77,2	88,6	102	109	109	102	94,9	77,2	62,7										
98	24,3	26,0	29,9	34,3	36,8	39,4	45,3	48,5	52,0	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	64,0	82,7	94,9	109	117	117	109	102	82,7	67,2										
99	26,0	27,9	32,0	36,8	39,4	42,2	48,5	52,0	55,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	68,6	88,6	102	117	125	125	117	109	88,6	72,0										
100	27,9	29,9	34,3	39,4	42,2	45,3	52,0	55,7	59,7	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	73,5	94,9	109	125	134	134	125	117	94,9	77,2										
101	29,9	32,0	36,8	42,2	45,3	48,5	55,7	59,7	64,0	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	78,8	102	117	134	144	144	134	125	102	82,7										
102	32,0	34,3	39,4	45,3	48,5	52,0	59,7	64,0	68,6	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	84,4	109	125	144	154	154	144	134	109	88,6										
103	34,3	36,8	42,2	48,5	52,0	55,7	64,0	68,6	73,5	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	90,5	117	134	154	165	165	154	144	117	94,9										
104	36,8	39,4	45,3	52,0	55,7	59,7	68,6	73,5	78,8	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	97,0	125	144	165	177	177	165	154	125	102										
105	39,4	42,2	48,5	55,7	59,7	64,0	73,5	78,8	84,4	90,5	90,5	90,5	90,5	90,5	104	134	154	177	189	189	177	165	134	109										
106	42,2	45,3	52,0	59,7	64,0	68,6	78,8	84,4	90,5	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	111	144	165	189	203	203	189	177	144	117										
107	45,3	48,5	55,7	64,0	68,6	73,5	84,4	90,5	97,0	104	104	104	104	104	119	154	177	203	217	217	203	189	154	125										
108	48,5	52,0	59,7	68,6	73,5	78,8	90,5	97,0	104	111	111	111	111	111	128	165	189	217	233	233	217	203	165	134										
109	52,0	55,7	64,0	73,5	78,8	84,4	97,0	104	111	119	119	119	119	119	137	177	203	233	249	249	233	217	177	144										
110	55,7	59,7	68,6	78,8	84,4	90,5	104	111	119	128	128	128	128	128	147	189	217	249	267	267	249	233	189	154										
111	59,7	64,0	73,5	84,4	90,5	97,0	111	119	128	137	137	137	137	137	158	203	233	267	286	286	267	249	203	165										
112	64,0	68,6	78,8	90,5	97,0	104	119	128	137	147	147	147	147	147	169	217	249	286	307	307	286	267	217	177										
113	68,6	73,5	84,4	97,0	104	111	128	137	147	158	158	158	158	158	181	233	267	307	329	329	307	286	233	189										
114	73,5	78,8	90,5	104	111	119	137	147	158	169	169	169	169	169	194	249	286	329	352	352	329	307	249	203										
115	78,8	84,4	97,0	111	119	128	147	158	169	181	181	181	181	181	208	267	307	352	377	377	352	329	267	217										
116	84,4	90,5	104	119	128	137	158	169	181	194	194	194	194	194	223	286	329	377	404	404	377	352	286	233										
117	90,5	97,0	111	128	137	147	169	181	194	208	208	208	208	208	239	307	352	404	433	433	404	377	307	249										
118	97,0	104	119	137	147	158	181	194	208	223	223	223	223	223	256	329	377	433	464	464	433	404	329	267										
119	104	111	128	147	158	169	194	208	223	239	239	239	239	239	274	352	404	464	497	497	464	433	352	286										
120	111	119	137	158	169	181	208	223	239	256	256	256	256	256	294	377	433	497	533	533	497	464	377	307										
121	119	128	147	169	181	194	223	239	256	274	274	274	274	274	315	404	464	533	571	571	533	497	404	329										
122	128	137	158	181	194	208	239	256	274	294	294	294	294	294	338	433	497	571	611	611	571	533	433	352										
123	137	147	169	194	208	223	256	274	294	315	315	315	315	315	362	464	533	611	655	655	611	571	464	377										
124	147	158	181	208	223	239	274	294	315	338	338	338	338	338	388	497	571	655	702	702	655	611	497	404										
125	158	169	194	223	239	256	294	315	338	362	362	362	362	362	416	533	611	702	752	752	702	655	533	433										
126	169	181	208	239	256	274	315	338	362	388	388	388	388	388	446	571	655	752	806	806	752	702	571	464										
127	181	194	223	256	274	294	338	362	388	416	416	416	416	416	478	611	702	806	863	863	806	752	611	497										
128	194	208	239	274	294	315	362	388	416	446	446	446	446	446	512	655	752</																	

3.5.4 Se registrará y determinará el ruido ambiente en la zona de ensayo, incluyendo el ruido ambiente y el ruido eléctrico de los sistemas de medición. Para hacer esto, la ganancia del sistema debe estar ajustada a los niveles que se usen al medir el ruido producido por los aviones. Si los niveles de presión acústica de los aviones no exceden de los niveles de presión acústica de fondo en por lo menos 10 dB en cualquier banda significativa de un tercio de octava, se aplicarán correcciones aprobadas para tener en cuenta la contribución del nivel de presión acústica de fondo al nivel de presión acústica observado.

4. CÁLCULO DEL NIVEL EFECTIVO DE RUIDO PERCIBIDO A PARTIR DE LOS DATOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

4.1 Generalidades

4.1.1 El elemento básico en los criterios que rigen para la homologación acústica, será la medida de evaluación del ruido denominada nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, expresada en unidades EPNdB, la cual viene dada por un número evaluador de los efectos subjetivos del ruido de los aviones sobre los seres humanos. Dicho sencillamente, el

EPNL será el nivel instantáneo del ruido percibido, PNL, corregido para tomar en consideración la duración y las irregularidades espectrales, (la corrección, denominada “factor de corrección por tono”, sólo se hace para el tono máximo en cada incremento de tiempo).

4.1.2 Se medirán tres propiedades físicas básicas de la presión acústica: el nivel, la distribución de frecuencias y la variación en función del tiempo. Más concretamente, se requerirá el nivel de presión acústica instantáneo en cada una de las 24 bandas de tercio de octava para cada medio segundo de incremento de tiempo durante el sobrevuelo del avión.

4.1.3 El procedimiento de cálculo, que se vale de mediciones físicas del ruido para deducir el EPNL a fin de evaluar la respuesta subjetiva, constará de las cinco operaciones siguientes:

- a) los niveles de presión acústica en las 24 bandas de tercio de octava se convierten por medio de una tabla de valores noy^6 en ruidosidad percibida. Primero se combinan los valores noy y luego se convierten en niveles instantáneos de ruido percibido $PNL(k)$;

6. Véase la Tabla A1-1.

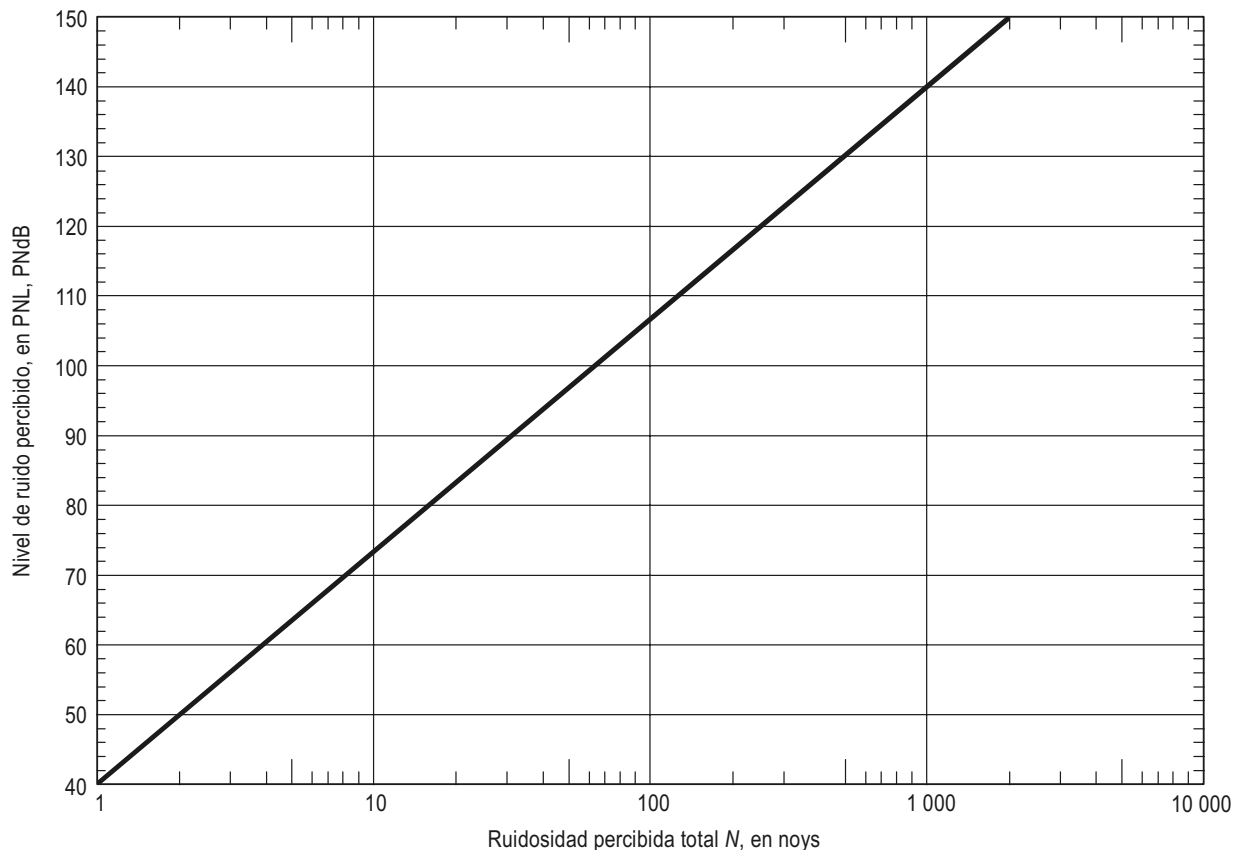


Figura A1-1. Nivel de ruido percibido en función de la ruidosidad percibida total

- b) se calcula un factor de corrección por tono, $C(k)$, para cada espectro, a fin de tener en cuenta la reacción subjetiva a la presencia de irregularidades espectrales;
- c) se suma el factor de corrección por tono al nivel de ruido percibido para obtener niveles de ruido percibido corregidos por tono $PNLT(k)$, para cada incremento de tiempo de medio segundo:

$$PNLT(k) = PNL(k) + C(k)$$

se obtienen los valores instantáneos del nivel de ruido percibido corregido por tono y se determina el valor máximo $PNLTM$;

- d) integrando por debajo de la curva que representa el nivel de ruido percibido corregido por tono en función del tiempo, se calcula un factor de corrección por duración D ; y
- e) el nivel efectivo de ruido percibido, $EPNL$, se determina mediante la suma algebraica del nivel máximo de ruido corregido por tono y del factor de corrección por duración:

$$EPNL = PNLTM + D.$$

4.2 Nivel de ruido percibido

Los niveles instantáneos de ruido percibido $PNL(k)$, se calcularán a partir de los niveles instantáneos de presión acústica de banda de tercio de octava, $SPL(i,k)$, del modo siguiente:

Operación 1. Conviértase la $SPL(i,k)$, de cada banda de tercio de octava, de 50 a 10 000 Hz, en ruidosidad percibida $n(i,k)$, valiéndose de la Tabla A1-1 o de la formulación matemática que figura en la tabla de valores hoy presentada en la Sección 7.

Operación 2. Usando la fórmula que sigue, combínense los valores de ruidosidad percibida $n(i,k)$, hallados en la operación 1:

$$N(k) = n(k) + 0,15 \left\{ \left[\sum_{i=1}^{24} n(i,k) \right] - n(k) \right\}$$

$$= 0,85 n(k) + 0,15 \sum_{i=1}^{24} n(i,k)$$

donde $n(k)$ es el mayor de los 24 valores de $n(i,k)$ y $N(k)$ es la ruidosidad percibida total.

Operación 3. Conviértase la ruidosidad percibida total $N(k)$ en nivel de ruido percibido $PNL(k)$, mediante la fórmula:

$$PNL(k) = 40,0 + \frac{10}{\log 2} \log N(k)$$

que está representada gráficamente en la Figura A1-1. $PNL(k)$ también puede obtenerse hallando $N(k)$ en la columna de 1 000 Hz de la Tabla A1-1 y leyendo el correspondiente valor $SPL(i,k)$ que, a 1 000 Hz, es igual a $PNL(k)$.

4.3 Corrección para tener en cuenta irregularidades espectrales

El ruido que tenga marcadas irregularidades espectrales (por ejemplo, los componentes máximos de frecuencia discreta o tonos), se ajustará por medio del factor de corrección, $C(k)$, que se calcula como sigue:

Operación 1. Comenzando con el nivel de presión acústica corregido en la banda de tercio de octava de 80 Hz (banda núm. 3), calcúlense los cambios en nivel de presión acústica (o las “pendientes”) en las demás bandas de tercio de octava, como sigue:

$$\begin{aligned} s(3,k) &= \text{sin ningún valor} \\ s(4,k) &= SPL(4,k) - SPL(3,k) \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ s(i,k) &= SPL(i,k) - SPL[(i-1),k] \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ s(24,k) &= SPL(24,k) - SPL(23,k) \end{aligned}$$

Operación 2. Enciérrase en un círculo el valor de la pendiente, $s(i,k)$, siendo el valor absoluto del cambio de pendiente mayor que cinco, es decir, cuando:

$$|\Delta s(i,k)| = |s(i,k) - s[(i-1),k]| > 5$$

Operación 3.

- a) Si el valor de la pendiente $s(i,k)$ encerrado en el círculo es positivo y algebraicamente es mayor que la pendiente $s[(i-1),k]$, trácese un círculo alrededor de $SPL(i,k)$.
- b) Si el valor de la pendiente $s(i,k)$ encerrado en el círculo es cero o negativo y la pendiente $s[(i-1),k]$ es positiva, trácese un círculo alrededor de $SPL[(i-1),k]$.
- c) En todos los demás casos no se pondrá círculo alguno en los valores de nivel de presión acústica.

Operación 4. Prescíndase de todos los $SPL(i,k)$ que se hubiesen rodeado de círculos en la operación 3, y calcúlense nuevos niveles ajustados de presión acústica $SPL'(i,k)$ como sigue:

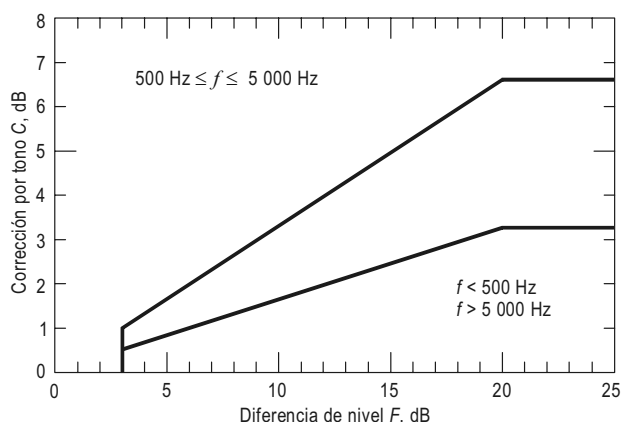
- Respecto a los niveles de presión acústica no encerrados en círculos, iguálense los nuevos niveles a los niveles originales: $SPL'(i,k) = SPL(i,k)$.
- Por lo que toca a los niveles de presión acústica encerrados en círculos correspondientes a las bandas 1 a 23 inclusive, iguálase el nuevo nivel de presión acústica a la media aritmética de los niveles precedentes y sub-siguiente:

$$SPL'(i,k) = (1/2) \{SPL[(i-1),k] + SPL[(i+1),k]\}$$

- Si el nivel de presión acústica en la banda de la frecuencia más elevada ($i = 24$) figura dentro de un círculo, el nuevo nivel de presión acústica en esa banda resultará:

$$SPL'(24,k) = SPL(23,k) + s(23,k)$$

Tabla A1-2. Factores de corrección por tono



Frecuencia f , Hz	Diferencia de nivel F , dB	Corrección por tono C , dB
$50 \leq f < 500$	$3* \leq F < 20$	$F/6$
	$20 \leq F$	$3\frac{1}{3}$
$500 \leq f \leq 5\,000$	$3* \leq F < 20$	$F/3$
	$20 \leq F$	$6\frac{2}{3}$
$5\,000 < f \leq 10\,000$	$3* \leq F < 20$	$F/6$
	$20 \leq F$	$3\frac{1}{3}$

* Véase operación 8 de 4.3.

Operación 5. Procediendo como se indica a continuación, calcúlense las nuevas pendientes $s'(i,k)$, incluyendo una para una 25a. banda imaginaria:

$$\begin{aligned} s'(3,k) &= s'(4,k) \\ s'(4,k) &= SPL'(4,k) - SPL'(3,k) \\ &\vdots \\ s'(i,k) &= SPL'(i,k) - SPL'[(i-1),k] \\ &\vdots \\ s'(24,k) &= SPL'(24,k) - SPL'(23,k) \\ s'(25,k) &= s'(24,k) \end{aligned}$$

Operación 6. Calcúlese para i desde 3 hasta 23 la media aritmética de las tres pendientes contiguas, como sigue:

$$\bar{s}(i,k) = (1/3) \{s'(i,k) + s'[(i+1),k] + s'[(i+2),k]\}$$

Operación 7. Calcúlense los niveles finales de presión acústica de fondo, de banda de tercio de octava, $SPL''(i,k)$, comenzando con la banda núm. 3 y procediendo hacia la banda núm. 24, como sigue:

$$\begin{aligned} SPL''(3,k) &= SPL(3,k) \\ SPL''(4,k) &= SPL''(3,k) + \bar{s}(3,k) \\ &\vdots \\ SPL''(i,k) &= SPL''[(i-1),k] + \bar{s}[(i-1),k] \\ &\vdots \\ SPL''(24,k) &= SPL''(23,k) + \bar{s}(23,k) \end{aligned}$$

Operación 8. Calcúlense las diferencias $F(i,k)$ entre el nivel de presión acústica original y el nivel final de presión acústica de fondo, como sigue:

$$F(i,k) = SPL(i,k) - SPL''(i,k)$$

y anótese sólo los valores iguales o mayores que tres.

Operación 9. Sirviéndose de las diferencias de nivel de presión acústica, $F(i,k)$, y de la Tabla A1-2, determinense los factores de corrección por tono para cada una de las bandas (3 a 24) de tercio de octava pertinentes.

Operación 10. Designese como $C(k)$ el mayor de los factores de corrección por tono determinados en la operación 9. En la Tabla A1-3 se encontrará un ejemplo del procedimiento de corrección por tono.

Los niveles de ruido percibido corregidos por tono $PNLT(k)$, se determinarán sumando los valores $C(k)$ a los correspondientes valores $PNLT(k)$, es decir:

$$PNLT(k) = PNL(k) + C(k)$$

Tabla A1-3. Ejemplo de cálculo de corrección por tono para un turborreactor con soplane

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
Banda (i)	f Hz	SPL dB	S dB Operación 1	1ΔS1 dB Operación 2	SPL' dB Operación 4	S' dB Operación 5	$\bar{s}$ dB Operación 6	SPL'' dB Operación 7	F dB Operación 8	C dB Operación 9
1	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	80	70	—	—	70	-8	-2⅓	70	—	—
4	100	62	-8	—	62	-8	+3⅓	67⅔	—	—
5	125	⑦⑩	+⑧	16	71	+9	+6⅔	71	—	—
6	160	80	+10	2	80	+9	+2⅔	77⅔	—	—
7	200	82	+②	8	82	+2	-1⅓	80⅓	—	—
8	250	⑧③	+1	1	79	-3	-1⅓	79	4	⅔
9	315	76	-⑦	8	76	-3	+⅓	77⅔	—	—
10	400	⑧⑩	+④	11	78	+2	+1	78	—	—
11	500	80	0	4	80	+2	0	79	—	—
12	630	79	-1	1	79	-1	0	79	—	—
13	800	78	-1	0	78	-1	-⅓	79	—	—
14	1 000	80	+2	3	80	+2	-2⅓	78⅔	—	—
15	1 250	78	-2	4	78	-2	-⅓	78	—	—
16	1 600	76	-2	0	76	-2	+⅓	77⅔	—	—
17	2 000	79	+3	5	79	+3	+1	78	—	—
18	2 500	⑧⑤	+6	3	79	0	-⅓	79	6	2
19	3 150	79	-⑥	12	79	0	-2⅔	78⅔	—	—
20	4 000	78	-1	5	78	-1	-6⅓	76	—	—
21	5 000	71	-⑦	6	71	-7	-8	69⅔	—	—
22	6 300	60	-11	4	60	-11	-8⅔	61⅔	—	—
23	8 000	54	-6	5	54	-6	-8	53	—	—
24	10 000	45	-9	3	45	-9	—	45	—	—
-9										

Operación 1	③ (i) - ③ (i - 1)
Operación 2	④ (i) - ④ (i - 1)
Operación 3	Véanse las instrucciones
Operación 4	Véanse las instrucciones
Operación 5	⑥ (i) - ⑥ (i - 1)

Operación 6	[⑦ (i) + ⑦ (i + 1) + ⑦ (i + 2)] ÷ 3
Operación 7	⑨ (i - 1) + ⑧ (i - 1)
Operación 8	③ (i) - ③ (i)
Operación 9	Véase la Tabla A1-2

Si, en alguna banda de tercio de octava de orden i , para cualquier incremento de tiempo de orden k , se sospechase que el factor de corrección por tono es el resultado de algo que no es un tono verdadero, o que proviene de algún fenómeno adicional a tal tono o de alguna irregularidad espectral distinta del ruido de aviones, se hará un análisis adicional usando un filtro que tenga una anchura de banda inferior a un tercio de octava. Si el análisis de banda estrecha confirmase las sospechas, se determinará un valor revisado para el nivel de presión acústica de fondo SPL $''(i,k)$, a base de dicho análisis de banda estrecha, valor que se usará para calcular un factor revisado de corrección por tono, para la banda de un tercio de octava de que se trate.

4.4 Nivel máximo de ruido percibido corregido por tono

4.4.1 Este nivel, que se designa con las siglas PNLTM, será el valor máximo calculado del nivel de ruido percibido corregido por tono PNLT(k). Se calculará de acuerdo con el procedimiento de 4.3. Para obtener una evolución del ruido en función del tiempo que resulte satisfactoria, se harán mediciones a intervalos de medio segundo.

Nota.— La Figura A1-2, que muestra claramente el valor máximo, es un ejemplo de la evolución del ruido de sobrevuelo en función del tiempo.

4.4.2 Si no hubiese marcadas irregularidades en el espectro, aun cuando se examine por análisis de banda estrecha, se prescindirá del procedimiento de 4.3, ya que PNLT(k) sería idénticamente igual a PNL(k). En tal caso, PNLTM será el valor máximo de PNL(k) e igual a PNLM.

4.5 Corrección por duración

4.5.1 El factor de corrección por duración D , determinado por integración estará definido por la expresión:

$$D = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_{t(1)}^{t(2)} \text{antilog} \frac{\text{PNLT}}{10} dt \right] - \text{PNLTM}$$

donde T es una constante de tiempo normalizadora, PNLTM es el valor máximo de PNLT.

4.5.1.1 Si PNLTM es mayor que 100 TPNdB, $t(1)$ será el primer punto de tiempo después del cual PNLT excede de PNLTM - 10 y $t(2)$ será el punto de tiempo después del cual PNLT permanece constantemente inferior a PNLTM - 10.

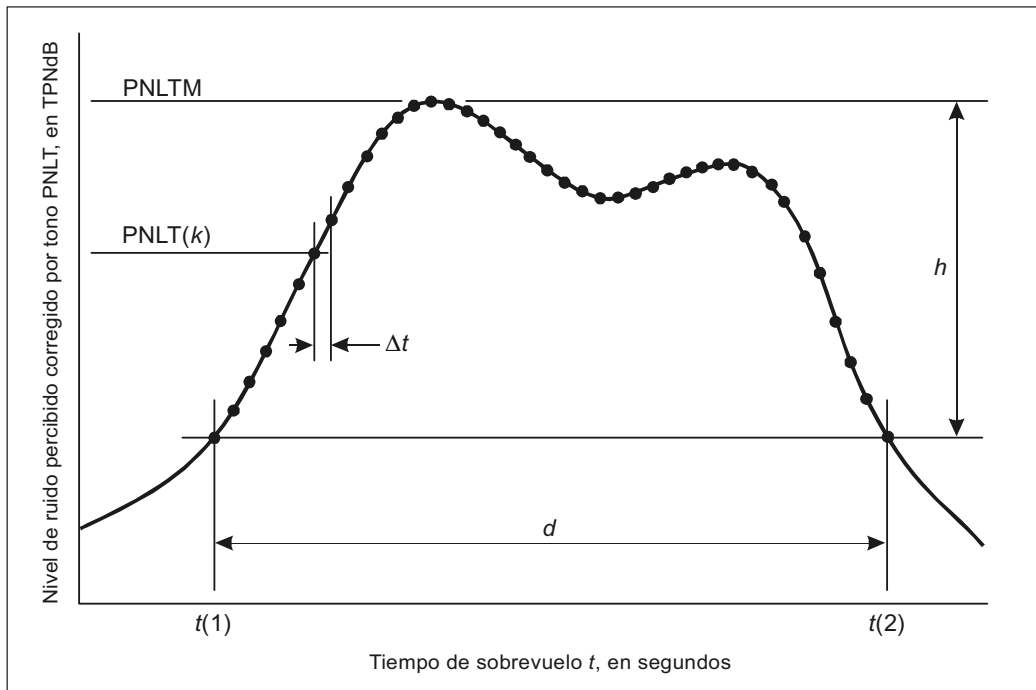


Figura A1-2. Ejemplo del nivel de ruido percibido corregido para tono en función del tiempo de sobrevuelo de la aeronave

4.5.1.2 Si el PNLTM es menor que 100 TPNdB, $t(1)$ será el primer punto de tiempo después del cual PNLT resulta mayor que 90 TPNdB y $t(2)$ será el punto de tiempo después del cual PNLT permanece constantemente inferior a 90 TPNdB.

4.5.1.3 Si PNLTM es menor que 90 TPNdB, la corrección por duración se tomará igual a cero.

4.5.2 Como PNLT se calcula a partir de los valores medidos de SPL, por lo general no se dispondrá de ecuación apropiada para expresar PNLT en función del tiempo. En consecuencia, la ecuación anterior se escribirá de nuevo con el signo de suma en vez del de integración, como sigue:

$$D = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \sum_{k=0}^{d/\Delta t} \Delta t \cdot \text{antilog} \frac{\text{PNLT}(k)}{10} \right] - \text{PNLTM}$$

donde Δt es la duración de los incrementos iguales de tiempo para los cuales se calcula $\text{PNLT}(k)$, y d es el intervalo redondeado al segundo más próximo durante el cual $\text{PNLT}(k)$ permanece superior o igual, bien sea a $\text{PNLTM} - 10$ o a 90, de acuerdo con los casos especificados en 4.5.1.1 a 4.5.1.3.

4.5.3 Para obtener un historial satisfactorio del nivel de ruido percibido, se usarán:

- intervalos Δt de medio segundo; o
- un intervalo más corto, con límites y constantes aprobados.

4.5.4 Al calcular D , se usarán los siguientes valores para T y Δt según el procedimiento indicado en 4.5.2:

$$T = 10 \text{ s, y} \\ \Delta t = 0,5 \text{ s}$$

Con dichos valores, la ecuación de D resulta ser

$$D = 10 \log \left[\sum_{k=0}^{2d} \text{antilog} \frac{\text{PNLT}(k)}{10} \right] - \text{PNLTM} - 13$$

donde el entero d es la duración definida por los puntos correspondientes a los valores $\text{PNLTM} - 10$ ó 90 según el caso.

4.5.5 Si en los procedimientos dados en 4.5.2, los límites de $\text{PNLTM} - 10$ ó 90 se encuentran entre los valores $\text{PNLT}(k)$ calculados (que será el caso corriente), los valores de $\text{PNLT}(k)$ que definan los límites del intervalo de duración se elegirán de entre los valores de $\text{PNLT}(k)$ más próximos a $\text{PNLTM} - 10$ ó 90 según sea el caso.

4.6 Nivel efectivo de ruido percibido

El efecto subjetivo total ejercido del ruido de sobrevuelo de un avión, denominado “nivel efectivo de ruido percibido”, EPNL, será igual a la suma algebraica del valor máximo del nivel de ruido percibido corregido por tono, PNLTM, y de la corrección por duración D , es decir:

$$\text{EPNL} = \text{PNLTM} + D$$

donde PNLTM y D se calculan de acuerdo con los procedimientos indicados en 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5. Si la corrección por duración D es negativa y excede en valor absoluto de $\text{PNLTM} - 90$, D se tomará igual a $90 - \text{PNLTM}$.

5. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LAS AUTORIDADES ENCARGADAS DE LA HOMOLOGACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS

5.1 Generalidades

Los datos que representan mediciones físicas o correcciones de datos medidos se registrarán de manera permanente y se anexarán al expediente, si bien no hará falta notificar correcciones que se refieran a desviaciones normales en la actuación del equipo. Todas las demás correcciones deberán ser aprobadas. Se intentará mantener al mínimo los distintos errores inherentes a cada una de las operaciones realizadas para obtener los datos definitivos.

5.2 Notificación de datos

5.2.1 Los niveles de presión acústica, medidos y corregidos, se presentarán en forma de niveles de banda de tercio de octava obtenidos por medio de equipo que satisfaga las normas indicadas en la Sección 3 de este apéndice.

5.2.2 Se notificará el tipo de equipo usado para medir y analizar los datos acústicos en relación con la performance del avión, así como los datos meteorológicos.

5.2.3 Se notificarán los siguientes datos atmosféricos ambientales, medidos inmediatamente antes, después o durante cada ensayo, en los puntos de observación prescritos en la Sección 2 de este apéndice:

- la temperatura del aire y la humedad relativa;
- las velocidades máxima, mínima y media del viento; y
- la presión atmosférica.

5.2.4 Se notificarán comentarios sobre la topografía local, la vegetación y fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

5.2.5 Se dará la siguiente información acerca del avión:

- a) tipo, modelo y números de serie (si los hubiere), del avión y de los motores;
- b) las dimensiones globales del avión y ubicación de los motores;
- c) la masa total del avión para cada pasada de ensayo;
- d) la configuración del avión, por ejemplo, las posiciones de los flaps y del tren de aterrizaje;
- e) la velocidad aerodinámica indicada en kilómetros por hora (nudos);
- f) la performance de los motores, indicando empuje neto, relación de presiones, temperatura de los gases de escape y las velocidades de rotación del árbol de la soplante o del compresor, determinadas mediante los instrumentos del avión, y según los datos del fabricante; y
- g) la altura del avión por encima del suelo, determinada por un método independiente de los instrumentos del puesto de pilotaje, como, por ejemplo, por seguimiento radar, triangulación con teodolito, o fototelemetría que habrán de ser aprobadas por las autoridades encargadas de la homologación.

5.2.6 La velocidad y posición del avión, así como los parámetros de performance de los motores, se registrarán con arreglo a un ritmo de muestreo aprobado, que deberá ser suficiente para ajustar los resultados obtenidos a las condiciones de referencia prescritas en esta sección, y en sincronismo con la medición del ruido.

5.2.6.1 Se notificarán la posición lateral con relación a la prolongación del eje de pista, la configuración y la masa total.

5.3 Condiciones de referencia para la homologación acústica

Los datos de posición y performance del avión, como también las mediciones de ruido, se ajustarán a las siguientes condiciones de referencia para la homologación:

- a) condiciones meteorológicas:
 - 1) presión atmosférica al nivel del mar, de 1 013,25 hPa;
 - 2) temperatura ambiente 25°C, o sea ISA + 10°C, excepto que, a discreción de las autoridades encargadas de la homologación, podrá usarse como temperatura ambiente de referencia 15°C, o sea ISA;
 - 3) humedad relativa, 70%; y

4) viento cero;

b) condiciones relativas al avión:

- 1) masa máxima de despegue y de aterrizaje que figuran en la solicitud de homologación acústica;
- 2) ángulo de aproximación de 3°; y
- 3) el avión a 120 m (394 ft) por encima de la estación de medición del ruido de aproximación.

5.4 Correcciones de datos

5.4.1 Los datos de ruido se ajustarán a las condiciones de referencia indicadas en 5.3. Las condiciones meteorológicas medidas serán las que se obtengan de acuerdo con la Sección 2 de este apéndice. Los requisitos relativos a la atenuación del sonido en la atmósfera figuran en la Sección 8 de este apéndice. Cuando se ajusten los datos a una temperatura ambiente de referencia de 15°C [véase 5.3 a) 2)] habrá que efectuar una corrección complementaria de +1 EPNdB en los niveles de ruido obtenidos en el punto de medición de sobrevuelo.

5.4.2 La trayectoria de vuelo medida se corregirá en un valor igual a la diferencia entre las trayectorias de vuelo previstas por el solicitante para las condiciones del ensayo y las condiciones de referencia para la homologación acústica.

Nota.— Las correcciones necesarias relativas a la trayectoria de vuelo o a la performance del avión pueden deducirse de datos aprobados que no sean los del ensayo de homologación.

5.4.2.1 El procedimiento para corregir la trayectoria respecto al ruido de aproximación se llevará a cabo con referencia a una altura de vuelo fija y a un ángulo de aproximación determinado. La corrección del nivel efectivo de ruido percibido deberá ser menor que 2 EPNdB, para tener en cuenta:

- a) el hecho de que el avión no pasa exactamente por la vertical del punto de medición;
- b) la diferencia entre la altura de referencia y la altura de la antena ILS del avión con respecto al punto de medición del ruido de aproximación; y
- c) la diferencia entre el ángulo de aproximación de referencia y el ángulo real de ensayo.

Nota.— En la Sección 9 de este apéndice figuran los requisitos detallados de corrección.

5.4.3 No se aceptarán los resultados de ensayo en una medición específica si la diferencia entre el EPNL calculado a partir de datos medidos y el corregido a las condiciones de referencia excede de 15 EPNdB.

5.4.4 Si los niveles de presión acústica del avión no exceden de los niveles de presión acústica ambiente en 10 dB, como mínimo, en una cualquiera de las bandas de tercio de octava, se efectuarán correcciones aprobadas para tener en cuenta la magnitud en que el nivel de presión acústica ambiente contribuye al nivel de presión observado.

5.5 Validez de los resultados

5.5.1 De los resultados de los ensayos se deducirán tres valores medios de EPNL y sus límites de confianza del 90%, siendo cada valor la media aritmética de las mediciones acústicas corregidas referentes a las pasadas válidas de los ensayos, en el punto de medición apropiado (despegue, aproximación y línea lateral). Si se usara más de un sistema de medición acústica en uno cualquiera de los emplazamientos de medición (tales como los puntos simétricos de medición de

línea lateral), los resultados de cada pasada de ensayo se promediarán para que constituyan una sola medición.

5.5.2 El tamaño de muestra mínimo aceptable para cada uno de los tres puntos de medición para la homologación será seis. Las muestras serán lo suficientemente amplias como para establecer estadísticamente, para cada uno de los tres niveles de homologación acústica, un límite de confianza del 90% que no exceda de $\pm 1,5$ EPNdB. Del proceso de promediación no se omitirá ningún resultado de ensayo, a menos que lo especifiquen de otro modo las autoridades encargadas de la homologación.

5.5.3 Se notificarán los valores medios de EPNL y sus límites de confianza del 90%, obtenidos mediante el proceso precedente y se usarán para evaluar la actuación del avión en lo tocante al ruido, comparándolos con los criterios de homologación acústica.

6. NOMENCLATURA

6.1 Símbolos y unidades

Nota.— Se indican a continuación los significados de los diversos símbolos empleados en este apéndice. Se admite que pueden existir diferencias con las unidades y significados de los símbolos análogos que figuran en el Apéndice 2.

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
antilog	—	Antilogaritmo de base 10.
$C(k)$	dB	<i>Factor de corrección por tono.</i> El factor que ha de sumarse al $PNL(k)$ para tener en cuenta la presencia de irregularidades espectrales tales como tonos en el k -ésimo incremento de tiempo.
d	s	<i>Duración.</i> La longitud del historial del ruido significativo, correspondiente al intervalo de tiempo entre los límites $t(1)$ y $t(2)$, redondeado al segundo más próximo.
D	dB	<i>Corrección por duración.</i> El factor que ha de sumarse al $PNLTM$ para tener en cuenta la duración del ruido.
EPNL	EPNdB	<i>Nivel efectivo de ruido percibido.</i> El valor del PNL ajustado, tanto para tener en cuenta las irregularidades espectrales como la duración del ruido. (Se usa la unidad EPNdB en vez de la unidad dB.)
$f(i)$	Hz	<i>Frecuencia.</i> La frecuencia media geométrica de la banda de tercio de octava de orden i .
$F(i,k)$	dB	<i>Delta-dB.</i> La diferencia entre el nivel de presión acústica original y el nivel final de presión acústica de fondo, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
h	dB	<i>dB sustractivo.</i> El nivel que al restarse del $PNLTM$ define la duración del ruido.
H	%	<i>Humedad relativa.</i> La humedad atmosférica relativa ambiente.
i	—	<i>Índice de banda de frecuencia.</i> Indicador numérico que denota una cualquiera de las 24 bandas de tercio de octava, con frecuencias medias geométricas desde 50 hasta 10 000 Hz.
k	—	<i>Índice de incremento de tiempo.</i> Indicador numérico que denota el número de incrementos iguales de tiempo, que han transcurrido desde la referencia cero.

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
$\log$	—	<i>Logaritmo de base 10.</i>
$\log n(a)$	—	<i>Coordenada de discontinuidad de noy.</i> El valor de $\log n$ del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
$M(b), M(c)$, etc.	—	<i>Pendiente inversa de noy.</i> Los valores inversos de las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
n	noy	<i>Ruidosidad percibida.</i> La ruidosidad percibida en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
$n(i,k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida.</i> La ruidosidad percibida en el instante de orden k , que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i .
$n(k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida máxima.</i> El valor máximo de todos los 24 valores de $n(i)$ que ocurren en el instante de orden k .
$N(k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida total.</i> La ruidosidad percibida total en el instante de orden k , calculada de los 24 valores instantáneos de $n(i,k)$.
$p(b), p(c)$, etc.	—	<i>Pendiente de noy.</i> Las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
PNL	PNdB	<i>Nivel de ruido percibido.</i> El nivel de ruido percibido en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNL(k)	PNdB	<i>Nivel de ruido percibido.</i> El nivel de ruido percibido calculado de los 24 valores de SPL(i,k), para el incremento de tiempo de orden k . (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLM	PNdB	<i>Nivel máximo de ruido percibido.</i> El valor máximo de PNL(k). (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLT	TPNdB	<i>Nivel de ruido percibido corregido por tono.</i> El valor de PNL ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLT(k)	TPNdB	<i>Nivel de ruido percibido corregido por tono.</i> El valor de PNL(k) ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en el incremento de tiempo de orden k . (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB.)
PNLTM	TPNdB	<i>Nivel máximo de ruido percibido corregido por tono.</i> El valor máximo de PNLT(k). (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB.)
$s(i,k)$	dB	<i>Pendiente del nivel de presión acústica.</i> El cambio de nivel entre niveles adyacentes de presión acústica de banda de tercio de octava, para la banda de orden i y para el instante de orden k .
$\Delta s(i,k)$	dB	<i>Cambio de pendiente del nivel de presión acústica.</i>
$s'(i,k)$	dB	<i>Pendiente corregida del nivel de presión acústica.</i> El cambio de nivel entre niveles ajustados y adyacentes, de presión acústica de banda de tercio de octava, para la banda de orden i y para el instante de presión acústica orden k .
$\bar{s}(i,k)$	dB	<i>Pendiente media del nivel de presión acústica.</i>
SPL	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
SPL(a)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Coordenada de discontinuidad de noy.</i> El valor SPL del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
SPL(b) SPL(c)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Ordenadas de noy en el origen.</i> Las intersecciones con el eje SPL de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
$SPL(i,k)$	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica en el instante de orden k que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i .
$SPL'(i,k)$	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica ajustado.</i> La primera aproximación al nivel de presión acústica de fondo, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
$SPL(i)$	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel máximo de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i del espectro para PNLTM.
$SPL(i)_c$	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel máximo de presión acústica corregido.</i> El nivel de presión acústica que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i del espectro para PNLTM corregido por la absorción atmosférica del sonido.
$SPLi''(i,k)$	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel final de presión acústica de fondo.</i> La segunda y definitiva aproximación al nivel de presión acústica de fondo, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
t	s	<i>Tiempo transcurrido.</i> La longitud de tiempo medida a partir de la referencia cero.
t_1, t_2	s	<i>Límite de tiempo.</i> El comienzo y el final del historial del ruido significativo, definido por h .
Δt	s	<i>Incremento de tiempo.</i> La serie de incrementos de tiempo de igual magnitud, para los cuales se calcula PNL(k) y PNLT(k).
T	s	<i>Constante de tiempo para normalización.</i> La longitud de tiempo usada como referencia en el método de integración para calcular las correcciones por duración, siendo $T = 10$ s.
$t(^{\circ}\text{C})$	$^{\circ}\text{C}$	<i>Temperatura.</i> La temperatura atmosférica ambiente.
$\alpha(i)$	dB/100 m	<i>Absorción atmosférica de ensayo.</i> La atenuación atmosférica del sonido que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i para la temperatura atmosférica y la humedad relativa medidas.
$\alpha(i)_o$	dB/100 m	<i>Absorción atmosférica de referencia.</i> La atenuación atmosférica del sonido que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i para la temperatura atmosférica y la humedad relativa de referencia.
β	grados	<i>Ángulo del primer ascenso constante*.</i>
γ	grados	<i>Ángulo del segundo ascenso constante**.</i>
δ ε	grados	<i>Ángulos de reducción de empuje.</i> Los ángulos que definen los puntos de la trayectoria de vuelo de despegue, en los cuales se inicia y se termina, respectivamente, la reducción del empuje.
η	grados	<i>Ángulo de aproximación.</i>
η_r	grados	<i>Ángulo de aproximación de referencia.</i>
θ	grados	<i>Ángulo del ruido de despegue.</i> El ángulo entre la trayectoria de vuelo y la trayectoria del ruido para los despegues. Es idéntico para ambas trayectorias de vuelo, la medida y la corregida.
λ	grados	<i>Ángulo del ruido de aproximación.</i> El ángulo entre la trayectoria de vuelo y la trayectoria del ruido para las aproximaciones. Es idéntico para ambas trayectorias de vuelo, la medida y la corregida.
Δ_1	EPNdB	<i>Corrección PNLT.</i> Corrección que ha de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a diferencias en la absorción atmosférica y en la longitud de la trayectoria del ruido entre las condiciones de referencia y las del ensayo.
Δ_2	EPNdB	<i>Corrección por duración de la trayectoria del ruido.</i> Corrección que ha de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a la duración del ruido a causa de las diferencias de altitud de sobrevuelo, entre las condiciones de referencia y las del ensayo.
Δ_3	EPNdB	<i>Corrección por diferencia de masa.</i> Corrección que ha de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido, debidos a diferencias entre la masa máxima y la masa real del avión de ensayo.

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
Δ_4	EPNdB	<i>Corrección por ángulo de aproximación.</i> Corrección que ha de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a diferencias entre los ángulos de aproximación de referencia y del ensayo.
ΔAB	metros	<i>Cambios en el perfil de despegue.</i> Los cambios algebraicos de los parámetros básicos que definen el perfil de despegue, debidos a diferencias entre las condiciones de referencia y las del ensayo.
$\Delta\beta$	grados	
$\Delta\gamma$	grados	
$\Delta\delta$	grados	
$\Delta\epsilon$	grados	

* Tren replegado, velocidad de por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), empuje de despegue.

** Tren replegado, velocidad de por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), después de la reducción de empuje.

6.2 Puntos de identificación del perfil de vuelo		<i>Punto</i>	<i>Descripción</i>
<i>Punto</i>	<i>Descripción</i>		
		L	Puntos de medición del ruido lateral (no situados sobre la derrota).
A	Comienzo del recorrido de despegue.	M	Final de la derrota de despegue para la homologación.
B	Punto de despegue.	N	Punto de medición del ruido de aproximación.
C	Comienzo del primer ascenso constante.	O	Umbral en el extremo de aproximación de la pista.
D	Comienzo de la reducción de empuje.	P	Comienzo de la derrota de aproximación para la homologación.
E	Comienzo del segundo ascenso constante.	Q	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, correspondiente al PNLTM aparente en la estación K. Véase 9.2.
E_c	Comienzo del segundo ascenso constante en trayectoria de vuelo corregida.	Q_c	Punto, sobre la trayectoria de despegue corregida, correspondiente al PNLTM en la estación K. Véase 9.2.
F	Final de la trayectoria de despegue para la homologación.	R	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, más próximo a la estación K.
F_c	Final de la trayectoria de despegue corregida para la homologación.	R_c	Punto, sobre la trayectoria de despegue corregida, más próximo a la estación K.
G	Comienzo de la trayectoria de aproximación para la homologación.	S	Punto, sobre la trayectoria de aproximación medida, correspondiente al PNLTM en la estación N.
G_r	Comienzo de la trayectoria de aproximación de referencia para la homologación.	S_r	Punto, sobre la trayectoria de aproximación de referencia, correspondiente al PNLTM en la estación N.
H	Punto de la trayectoria de aproximación en la vertical de la estación de medición del ruido.	T	Punto, sobre la trayectoria de aproximación medida, más próximo a la estación N.
H_r	Punto de la trayectoria de aproximación de referencia en la vertical de la estación de medición del ruido.	T_r	Punto, sobre la trayectoria de aproximación de referencia, más próximo a la estación N.
I	Comienzo del enderezamiento.	X	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, correspondiente al PNLTM en la estación L.
I_r	Comienzo del enderezamiento en la trayectoria de aproximación de referencia.		
J	Punto de toma de contacto.		
K	Punto de medición del ruido de sobrevuelo.		

6.3 Distancias del perfil de vuelo

Distancia	Unidad	Significado
AB	metros	Longitud del recorrido de despegue. Distancia a lo largo de la pista entre el punto en que comienza el recorrido de despegue y el punto en que, efectivamente, el avión se separa del suelo.
AK	metros	Distancia de medición de despegue. La distancia a partir del comienzo del recorrido hasta la estación de medición del ruido de despegue, a lo largo de la prolongación del eje de la pista.
AM	metros	Distancia de la derrota de despegue. La distancia desde el comienzo del recorrido hasta el punto de la derrota de despegue, a lo largo de la prolongación del eje de la pista, para la cual ya no hace falta registrar la posición del avión.
KQ	metros	Trayectoria del ruido de despegue medida. La distancia desde la estación K hasta la posición Q, medida, del avión.
KQ _c	metros	Trayectoria del ruido de despegue corregida. La distancia desde la estación K hasta la posición Q _c , corregida, del avión.
KR	metros	Distancia mínima a la trayectoria de despegue medida. La distancia desde la estación K al punto R, sobre la trayectoria de vuelo medida.
KR _c	metros	Distancia mínima a la trayectoria de despegue corregida. La distancia desde la estación K hasta el punto R _c , sobre la trayectoria de vuelo corregida.
LX	metros	Trayectoria medida del ruido de línea lateral. La distancia desde la estación L hasta la posición X, medida, del avión.
NH	metros (pies)	Altura de aproximación del avión. La altura del avión sobre la estación de medición de aproximación.
NH _r	metros (pies)	Altura de referencia en la aproximación. La altura de la trayectoria de aproximación de referencia sobre la estación de medición de aproximación.
NS	metros	Trayectoria medida del ruido de aproximación. La distancia desde la estación N a la posición S, medida, del avión.
NS _r	metros	Trayectoria de referencia del ruido de aproximación. La distancia desde la estación N a la posición S _r de referencia del avión.
NT	metros	Distancia mínima a la trayectoria de aproximación medida. La distancia desde la estación N al punto T, sobre la trayectoria de vuelo medida.

Distancia	Unidad	Significado
NT _r	metros	Distancia mínima a la trayectoria de aproximación de referencia. La distancia desde la estación N al punto T _r sobre la trayectoria de vuelo corregida.
ON	metros	Distancia de medición de aproximación. La distancia desde el umbral de pista hasta la estación de medición de aproximación, a lo largo de la prolongación del eje de la pista.
OP	metros	Distancia de la derrota de aproximación. La distancia desde el umbral de pista hasta el punto de la derrota de aproximación, a lo largo de la prolongación del eje de la pista, para el cual ya no hace falta registrar la posición del avión.

7. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DE LAS TABLAS NOY

Nota 1.— La relación entre el nivel de presión acústica y la ruidosidad percibida de la Tabla A1-1, se ilustra en la Figura A1-3. La variación de SPL con el logaritmo de n, para una banda de tercio de octava dada se expresa bien sea por una o por dos líneas rectas, dependiendo de cómo sea la gama de frecuencias. La Figura A1-3 a) representa el caso de línea doble para frecuencias inferiores a 400 Hz y superiores a 6 300 Hz; la Figura A1-3 b) ilustra el caso de una sola línea para todas las demás frecuencias.

Los aspectos importantes de la formulación matemática son los siguientes:

- las pendientes de las rectas, $p(b)$ y $p(c)$;
- las intersecciones de las rectas con el eje SPL, $SPL(b)$ y $SPL(c)$; y
- las coordenadas del punto de discontinuidad, $SPL(a)$ y $\log n(a)$.

Nota 2.— Matemáticamente, la relación se expresa como sigue:

Caso 1: Figura A1-3 a): $f < 400$ Hz
 $f > 6\,300$ Hz

$$SPL(a) = \frac{p(c) \, SPL(b) - p(b) \, SPL(c)}{p(c) - p(b)}$$

$$\log n(a) = \frac{SPL(c) - SPL(b)}{p(b) - p(c)}$$

a) $SPL < SPL(a)$

$$n = \text{antilog} \frac{SPL - SPL(b)}{p(b)}$$

b) $SPL \geq SPL(a)$

$$n = \text{antilog} \frac{SPL - SPL(c)}{p(c)}$$

c) $\log n < \log n(a)$

$$SPL = p(b) \log n + SPL(b)$$

d) $\log n \geq \log n(a)$

$$SPL = p(c) \log n + SPL(c)$$

Caso 2: Figura A1-3 b): $400 \leq f \leq 6300$ Hz

$$n = \text{antilog} \frac{SPL - SPL(c)}{p(c)}$$

$$SPL = p(c) \log n + SPL(c)$$

Nota 3.— Si los valores inversos de las pendientes se expresan como:

$$M(b) = 1/p(b)$$

$$M(c) = 1/p(c)$$

las ecuaciones de la Nota 2 tomarán la forma:

Caso 1: Figura A1-3 a): $f < 400$ Hz
 $f > 6300$ Hz

$$SPL(a) = \frac{M(b) SPL(b) - M(c) SPL(c)}{M(b) - M(c)}$$

$$\log n(a) = \frac{M(b) M(c) [SPL(c) - SPL(b)]}{M(c) - M(b)}$$

a) $SPL < SPL(a)$

$$n = \text{antilog} M(b) [SPL - SPL(b)]$$

b) $SPL \geq SPL(a)$

$$n = \text{antilog} M(c) [SPL - SPL(c)]$$

c) $\log n < \log n(a)$

$$SPL = \frac{\log n}{M(b)} + SPL(b)$$

d) $\log n \geq \log n(a)$

$$SPL = \frac{\log n}{M(c)} + SPL(c)$$

Caso 2: Figura A1-3 b): $400 \leq f \leq 6300$ Hz

$$n = \text{antilog} M(c) [SPL - SPL(c)]$$

$$SPL = \frac{\log n}{M(c)} + SPL(c)$$

Nota 4.— La Tabla A1-4 contiene los valores de las constantes importantes necesarias para calcular el nivel de presión acústica en función de la ruidosidad percibida.

8. ATENUACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE

8.1 La atenuación atmosférica del sonido se determinará de conformidad con el siguiente procedimiento.

8.2 La relación entre la atenuación del sonido, la frecuencia, la temperatura y la humedad se expresa mediante las ecuaciones siguientes:

$$\alpha(i) = 10^{[2,05 \log(f_0/1000) + 1,1394 \times 10^{-3}\theta - 1,916984]}$$

$$+ \eta(\delta) \times 10^{[\log(f_0) + 8,42994 \times 10^{-3}\theta - 2,755624]}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1010}{f_0}} 10^{(\log H - 1,328924 + 3,179768 \times 10^{-2}\theta)} \times 10^{(-2,173716 \times 10^{-4}\theta^2 + 1,7496 \times 10^{-6}\theta^3)}$$

en la que:

$\eta(\delta)$ se obtiene de la Tabla A1-5 y f_0 de la Tabla A1-6;

$\alpha(i)$ es el coeficiente de atenuación en dB/100 m;

θ es la temperatura en °C; y

H es la humedad relativa.

8.3 Las ecuaciones de 8.2 son convenientes para calcular por computadora. Para usarlas en otros casos se proporcionan en las Tablas A1-7 a A1-16 los valores numéricos deducidos de dichas ecuaciones.

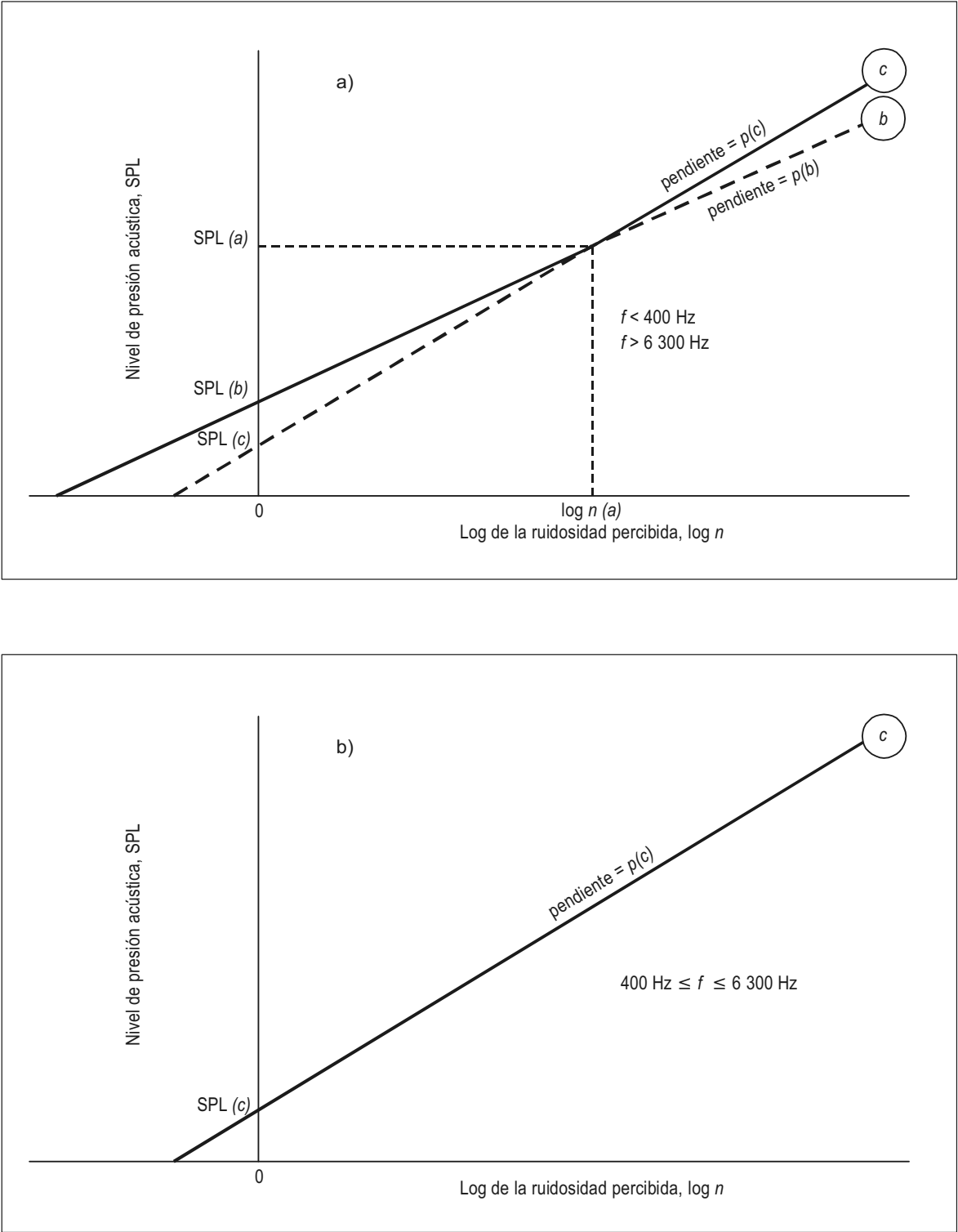


Figura A1-3. Nivel de presión acústica en función de la ruidosidad percibida

Tabla A1-4. Constantes para los valores noy formulados matemáticamente

Banda (i)	f Hz	$M(b)$	SPL (b) dB	SPL (a) dB	$M(c)$	SPL (c) dB
1	50	0,043478	64	91,0	0,030103	52
2	63	0,040570	60	85,9		51
3	80	0,036831	56	87,3		49
4	100	"	53	79,9		47
5	125	0,035336	51	79,8		46
6	160	0,033333	48	76,0		45
7	200	"	46	74,0		43
8	250	0,032051	44	74,9		42
9	315	0,030675	42	94,6		41
10	400	—	—	—		40
11	500	—	—	—		40
12	630	—	—	—		40
13	800	—	—	—		40
14	1 000	—	—	—		40
15	1 250	—	—	—	0,030103	38
16	1 600	—	—	—	0,029960	34
17	2 000	—	—	—		32
18	2 500	—	—	—		30
19	3 150	—	—	—		29
20	4 000	—	—	—		29
21	5 000	—	—	—		30
22	6 300	—	—	—		31
23	8 000	0,042285	37	44,3		34
24	10 000	0,042285	41	50,7	0,029960	37

Tabla A1-5

δ	η	δ	η
0,00	0,000	2,30	0,495
0,25	0,315	2,50	0,450
0,50	0,700	2,80	0,400
0,60	0,840	3,00	0,370
0,70	0,930	3,30	0,330
0,80	0,975	3,60	0,300
0,90	0,996	4,15	0,260
1,00	1,000	4,45	0,245
1,10	0,970	4,80	0,230
1,20	0,900	5,25	0,220
1,30	0,840	5,70	0,210
1,50	0,750	6,05	0,205
1,70	0,670	6,50	0,200
2,00	0,570	7,00	0,200
		10,00	0,200

Tabla A1-6

<i>Frecuencia central de la banda de un tercio de octava</i>	f_o (Hz)	<i>Frecuencia central de la banda de un tercio de octava</i>	f_o (Hz)
50	50	800	800
63	63	1 000	1 000
80	80	1 250	1 250
100	100	1 600	1 600
125	125	2 000	2 000
160	160	2 500	2 500
200	200	3 150	3 150
250	250	4 000	4 000
315	315	5 000	4 500
400	400	6 300	5 600
500	500	8 000	7 100
630	630	10 000	9 000

Tabla A1-7. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

<i>Frecuencia central de banda</i>	<i>Humedad relativa = 10%</i>										
	<i>Temperatura en °C</i>										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,5	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
500	0,3	0,5	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
630	0,3	0,6	0,9	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5
800	0,4	0,6	1,0	1,5	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
1 000	0,4	0,7	1,2	1,8	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9
1 250	0,4	0,8	1,3	2,1	2,6	2,8	2,4	2,0	1,7	1,4	1,2
1 600	0,5	0,9	1,4	2,3	3,3	3,8	3,4	2,9	2,4	2,0	1,7
2 000	0,6	1,0	1,6	2,6	3,9	4,7	4,7	4,1	3,4	2,8	2,3
2 500	0,7	1,1	1,8	2,9	4,5	5,8	6,4	5,6	4,8	4,0	3,3
3 150	0,8	1,2	2,0	3,2	5,1	7,1	8,3	7,7	6,8	5,7	4,8
4 000	0,9	1,4	2,3	3,6	5,7	8,5	10,5	11,0	9,6	8,3	6,9
5 000	1,0	1,6	2,4	3,8	6,1	9,2	11,7	12,8	11,3	9,9	8,3
6 300	1,3	1,9	2,8	4,3	6,8	10,4	14,2	16,4	15,5	13,7	11,7
8 000	1,6	2,3	3,4	5,0	7,7	11,8	17,0	20,8	22,0	19,4	16,8
10 000	2,1	2,9	4,1	6,0	8,9	13,4	19,9	25,9	29,5	27,2	24,1
12 500	2,9	3,7	5,0	7,1	10,3	15,3	22,7	31,2	36,9	37,6	33,4

Tabla A1-8. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 20%											
	Temperatura en °C											
	Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,8	1,2	1,4	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	0,9	1,4	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
1 250	0,9	1,6	2,2	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
1 600	1,1	1,9	2,7	3,1	2,6	2,1	1,7	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3
2 000	1,2	2,0	3,2	3,9	3,6	3,0	2,5	2,0	1,7	1,5	1,5	1,6
2 500	1,3	2,3	3,7	4,9	5,0	4,2	3,5	2,8	2,3	2,0	2,0	2,0
3 150	1,5	2,5	4,2	6,0	6,8	5,8	4,9	4,0	3,3	2,8	2,7	2,7
4 000	1,7	2,9	4,8	7,2	8,7	8,2	7,1	5,9	4,9	4,0	3,6	3,6
5 000	1,9	3,1	5,1	7,9	9,8	9,7	8,4	7,0	5,9	4,8	4,2	4,2
6 300	2,2	3,5	5,7	9,0	12,0	13,3	11,5	9,9	8,2	6,8	5,8	5,8
8 000	2,7	4,1	6,5	10,4	14,8	17,4	16,2	14,1	12,0	10,0	8,3	8,3
10 000	3,3	4,9	7,5	11,8	17,7	22,0	23,1	20,1	17,2	14,5	12,1	12,1
12 500	4,1	5,9	8,8	13,4	20,5	27,1	30,6	27,5	24,2	20,6	17,4	17,4

Tabla A1-9. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 30%											
	Temperatura en °C											
	Hz	−10	−5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	1,1	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,3	1,6	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,5	2,0	1,9	1,6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0
1 600	1,7	2,5	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,3
2 000	1,9	3,0	3,6	3,1	2,5	2,0	1,6	1,4	1,3	1,3	1,4	1,6
2 500	2,1	3,5	4,4	4,2	3,5	2,8	2,2	1,9	1,7	1,7	1,8	2,0
3 150	2,3	4,0	5,5	5,9	4,9	4,0	3,3	2,6	2,3	2,3	2,3	2,5
4 000	2,6	4,5	6,8	7,9	6,9	5,8	4,7	3,8	3,3	3,3	3,1	3,3
5 000	2,8	4,8	7,4	9,0	8,2	6,9	5,7	4,6	3,9	3,9	3,6	3,7
6 300	3,2	5,3	8,6	11,1	11,3	9,6	8,0	6,6	5,4	5,4	4,8	4,7
8 000	3,8	6,1	9,9	13,9	15,6	13,6	11,5	9,5	7,9	7,9	6,8	6,4
10 000	4,5	7,1	11,4	16,9	20,3	19,1	16,6	13,9	11,6	11,6	9,7	8,8
12 500	5,5	8,3	13,0	20,0	25,3	26,6	23,0	19,6	16,4	16,4	13,8	12,1

Tabla A1-10. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 40%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,4	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,8	1,9	1,5	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	2,1	2,6	2,1	1,7	1,3	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,5	3,2	2,9	2,4	1,9	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	2,8	4,0	4,1	3,3	2,6	2,1	1,7	1,6	1,7	1,8	2,0
3 150	3,2	4,9	5,6	4,7	3,8	3,0	2,4	2,1	2,1	2,3	2,5
4 000	3,6	5,9	7,2	6,5	5,4	4,3	3,5	3,0	2,8	3,0	3,3
5 000	3,8	6,3	8,1	7,7	6,5	5,2	4,2	3,5	3,3	3,4	3,7
6 300	4,3	7,2	10,0	10,7	9,0	7,3	6,0	4,9	4,4	4,3	4,7
8 000	5,0	8,3	12,3	14,4	12,6	10,6	8,7	7,1	6,1	5,8	6,2
10 000	5,8	9,5	14,8	18,4	17,8	15,2	12,7	10,5	8,8	8,1	8,1
12 500	6,9	10,9	17,2	22,9	24,7	21,2	17,8	14,9	12,4	10,9	10,6

Tabla A1-11. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 50%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,4	1,1	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,8	1,6	1,2	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	2,3	2,2	1,8	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,8	3,1	2,4	1,9	1,5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,4	4,0	3,4	2,7	2,1	1,6	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,0	5,1	4,7	3,8	3,0	2,3	2,0	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	4,6	6,4	6,7	5,5	4,4	3,4	2,8	2,6	2,7	3,0	3,3
5 000	4,9	7,2	7,9	6,5	5,2	4,2	3,4	3,1	3,1	3,4	3,7
6 300	5,4	8,6	10,2	8,9	7,3	5,9	4,7	4,1	4,0	4,3	4,7
8 000	6,2	10,2	13,1	12,5	10,5	8,6	6,9	5,8	5,4	5,7	6,2
10 000	7,2	11,9	16,4	17,8	15,0	12,4	10,2	8,4	7,5	7,4	8,1
12 500	8,4	13,6	20,1	23,4	20,6	17,5	14,4	11,9	10,4	9,9	10,5

Tabla A1-12. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 60%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,2	1,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,7	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	2,3	1,9	1,5	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,9	2,6	2,1	1,6	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,6	3,6	2,9	2,2	1,7	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,4	5,0	4,1	3,2	2,5	2,0	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,3	6,6	5,7	4,6	3,6	2,8	2,5	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	5,8	7,4	6,8	5,5	4,3	3,4	2,9	2,9	3,1	3,4	3,7
6 300	6,6	9,2	9,3	7,7	6,1	4,9	4,0	3,8	4,0	4,3	4,7
8 000	7,6	11,4	13,0	10,9	8,9	7,2	5,8	5,2	5,2	5,7	6,2
10 000	8,7	13,8	16,9	15,3	12,8	10,4	8,5	7,3	7,0	7,4	8,1
12 500	10,0	16,1	21,1	21,2	18,0	14,8	12,2	10,2	9,5	9,6	10,5

Tabla A1-13. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 70%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
630	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
1 250	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	2,1	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3
2 000	2,9	2,3	1,8	1,3	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,7	3,2	2,5	1,9	1,5	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,6	4,4	3,5	2,7	2,1	1,8	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,7	6,3	5,1	4,0	3,1	2,5	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,3	7,3	6,0	4,7	3,7	3,0	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7
6 300	7,5	9,3	8,2	6,6	5,2	4,2	3,6	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	8,8	11,8	11,6	9,5	7,6	6,1	5,1	4,9	5,2	5,7	6,2
10 000	10,2	14,8	16,4	13,7	11,1	9,0	7,4	6,8	6,8	7,4	8,1
12 500	11,6	18,0	21,4	18,8	15,7	12,8	10,5	9,2	9,0	9,6	10,5

Tabla A1-14. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 80%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,0	0,7	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	1,9	1,5	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,6	2,0	1,5	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,6	2,9	2,2	1,6	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,7	4,0	3,1	2,4	1,9	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,9	5,6	4,5	3,4	2,7	2,3	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,6	6,6	5,3	4,1	3,2	2,7	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
6 300	8,1	9,1	7,4	5,9	4,6	3,7	3,4	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	9,8	12,0	10,4	8,4	6,7	5,4	4,8	4,8	5,2	5,7	6,2
10 000	11,5	15,3	14,8	12,2	9,8	7,8	6,7	6,4	6,8	7,4	8,1
12 500	13,3	18,9	20,5	17,0	13,9	11,3	9,4	8,7	8,9	9,6	10,5

Tabla A1-15. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 90%										
	Temperatura en °C										
Hz	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	0,9	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,2	0,9	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	1,7	1,3	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,4	1,8	1,3	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,3	2,6	1,9	1,4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,6	3,6	2,8	2,1	1,7	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	6,0	5,1	4,0	3,0	2,4	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,7	6,0	4,8	3,7	2,9	2,6	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
6 300	8,3	8,3	6,7	5,2	4,0	3,4	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	10,4	11,7	9,5	7,6	6,0	4,9	4,5	4,8	5,2	5,7	6,2
10 000	12,6	15,4	13,5	11,0	8,8	7,1	6,3	6,3	6,8	7,4	8,1
12 500	14,8	19,4	18,6	15,4	12,4	10,1	8,7	8,3	8,9	9,6	10,5

Tabla A1-16. Coeficiente de atenuación del ruido en dB/100 m

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 100%											
	Temperatura en °C											
	Hz	−10	−5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
630	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1 250	1,1	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	1,6	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,2	1,6	1,2	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,0	2,3	1,7	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,2	3,3	2,5	1,9	1,6	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,9	4,7	3,6	2,7	2,2	2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,8	5,6	4,3	3,3	2,6	2,6	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
6 300	8,5	7,6	6,0	4,7	3,7	3,7	3,3	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	10,7	10,8	8,7	6,8	5,3	5,3	4,5	4,4	4,8	5,2	5,7	6,2
10 000	13,3	15,1	12,5	10,0	7,9	7,9	6,5	6,0	6,3	6,8	7,4	8,1
12 500	16,0	19,5	17,2	14,0	11,3	11,3	9,2	8,2	8,2	8,9	9,6	10,5

9. PROCEDIMIENTOS DETALLADOS DE CORRECCIÓN

9.1 Introducción

9.1.1 Cuando para la homologación acústica las condiciones de ensayo no sean idénticas a las de referencia, deberán efectuarse correcciones apropiadas del EPNL calculado a partir de los datos medidos con los métodos expuestos en esta sección.

Nota 1.— Las diferencias entre las condiciones de referencia y las de ensayo que exigen correcciones pueden resultar de lo siguiente:

- a) absorción atmosférica del sonido en condiciones de ensayo, diferentes a las de referencia;
- b) trayectoria de vuelo del ensayo a una altitud diferente a la de referencia; y
- c) masa de ensayo diferente de la máxima.

Nota 2.— Puede surgir la necesidad de hacer correcciones negativas si la absorción atmosférica del sonido en las

condiciones de ensayo es inferior a la de referencia, y también si la trayectoria de vuelo de ensayo está a una altitud más baja que la de referencia.

La trayectoria de despegue del ensayo puede resultar a una altitud mayor que la de referencia si las condiciones meteorológicas permiten una performance superior del avión (efecto de “día frío”). Por el contrario, el efecto de “día caluroso” puede hacer que la trayectoria de despegue del ensayo resulte a una altitud inferior a la de referencia. La trayectoria de vuelo del ensayo de aproximación puede resultar a altitudes superiores o inferiores a la de referencia, independientemente de las condiciones meteorológicas.

9.1.2 Los valores de medición del ruido se ajustarán debidamente a las condiciones de referencia, bien sea mediante los procedimientos de corrección presentados a continuación, o por un programa integrado que se aprobará como equivalente.

9.1.2.1 Los procedimientos de corrección consistirán en sumar algebraicamente uno o más valores al EPNL calculado, como si los ensayos se hubiesen llevado a cabo completamente en las condiciones de referencia de la homologación acústica.

9.1.2.2 Los perfiles de vuelo se determinarán tanto para el despegue como para la aproximación, así como para las condiciones de referencia y las de ensayo. Los procedimientos de ensayo exigen el registro del ruido y de la trayectoria de vuelo, con una señal de tiempo sincronizada que permita trazar el perfil del ensayo, incluyendo la posición del avión, respecto del cual se observa el PNLTM en la estación de medición del ruido. Para el despegue, un perfil de vuelo, corregido con respecto a las condiciones de referencia, se deducirá de los datos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— Para la aproximación, el perfil de referencia se define mediante las condiciones de referencia de 5.3.

9.1.2.3 Las diferentes longitudes de las trayectorias del ruido desde la aeronave hasta la estación de medición del ruido correspondiente al PNLTM, se determinarán tanto respecto al perfil del ensayo como al de referencia. Los valores de SPL en el espectro del PNLTM se corregirán luego para tener en cuenta los efectos de:

- a) cambios de la absorción atmosférica del sonido;
- b) la absorción atmosférica del sonido en el cambio de longitud de la trayectoria del ruido;
- c) la ley de la inversa de los cuadrados en el cambio de longitud de la trayectoria del ruido.

9.1.2.4 Los valores corregidos de SPL se convertirán entonces en PNLT, de los que se resta el PNLTM.

Nota.— La diferencia representa la corrección que ha de sumarse algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.1.3 Las distancias mínimas desde ambos perfiles, de ensayo y de referencia, hasta la estación de medición del ruido se calcularán y usarán para determinar una corrección por duración, debida al cambio en la altitud de sobrevuelo del avión. La corrección por duración se agregará algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.1.4 A base de los datos del fabricante (aprobados por las autoridades encargadas de homologación) en forma de curvas, de tablas o de alguna otra manera, que dan la variación del EPNL en función de la masa de despegue y también de la masa de aterrizaje, se determinarán las correcciones que han de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, a fin de tener en cuenta los cambios de nivel del ruido debidos a diferencias entre las masas máximas de despegue y de aterrizaje y la masa del avión del ensayo.

9.1.5 A base de los datos del fabricante (aprobados por las autoridades encargadas de homologación) en forma de curvas, de tablas o de alguna otra manera, que dan la variación del EPNL en función del ángulo de aproximación, se determinan las correcciones que han de sumarse algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos, a fin de tener

en cuenta los cambios de nivel del ruido debidos a diferencias entre el ángulo de aproximación de referencia y el ángulo de aproximación del ensayo.

9.2 Perfiles de despegue

Nota.—

- a) La Figura A1-4 ilustra un típico perfil de despegue. El avión empieza el recorrido de despegue en el punto A, se separa del suelo en el punto B, e inicia el primer ascenso con ángulo constante β en el punto C. En el punto D comienza a disminuir el empuje para atenuar el ruido, reducción que se termina en el punto E, en que el segundo tramo de ascenso queda definido por el ángulo γ (habitualmente expresado como pendiente en tanto por ciento).
- b) El extremo de la trayectoria de despegue para la homologación, está representado por la posición F del avión, cuya proyección sobre la derrota (prolongación del eje de pista) es el punto M. La posición del avión se registra para una distancia AM de 11 km (6 NM) por lo menos.
- c) El punto K representa la estación de medición del ruido de despegue, y la distancia AK es la distancia de medición de despegue especificada. El punto L corresponde a la estación de medición del ruido lateral, situada en una línea paralela al eje de pista a una distancia especificada del mismo, donde es mayor el nivel de ruido de despegue.
- d) Los valores del empuje después de la reducción, si se emplea en las condiciones de ensayo, son tales que produzcan al menos la pendiente mínima de homologación para las condiciones de referencia, atmosféricas y de masa.
- e) El perfil de despegue está relacionado con los cinco parámetros siguientes: AB, longitud del recorrido de despegue; β , ángulo del primer ascenso constante; γ , ángulo del segundo ascenso constante; y δ y ϵ , ángulos de reducción de empuje. Estos cinco parámetros son funciones de la performance del avión, su masa y las condiciones atmosféricas (temperatura ambiente, presión y velocidad del viento). Si las condiciones atmosféricas de ensayo no son iguales a las condiciones atmosféricas de referencia, los parámetros correspondientes de los perfiles de ensayo y de referencia serán diferentes, como se indica en la Figura A1-5. Los cambios de los parámetros del perfil (denotados como ΔAB , $\Delta \beta$, $\Delta \gamma$, $\Delta \delta$ y $\Delta \epsilon$) pueden deducirse de los datos del fabricante (aprobados por las autoridades encargadas de la homologación) y se utilizan para definir el perfil de vuelo corregido con respecto a las condiciones atmosféricas de referencia; permaneciendo invariable la masa del avión. Las relaciones entre los perfiles de despegue, medido y corregido, pueden

entonces emplearse para determinar las correcciones que se aplican al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

- f) En la Figura A1-6 se ilustran partes de las trayectorias de despegue, medida y corregida, incluyendo las relaciones geométricas importantes que influyen en la propagación del sonido. EF representa la segunda trayectoria constante de vuelo medida con un ángulo de ascenso γ , y $E_c F_c$ representa la segunda trayectoria de vuelo constante corregida, a altitud diferente y con ángulo de ascenso $\gamma + \Delta\gamma$ diferente.
- g) El punto Q representa la posición del avión en la trayectoria de despegue medida, para la que se observa el PNLTM en la estación K de medición del ruido, y Q_c es la posición correspondiente en la trayectoria de vuelo corregida. Las trayectorias de propagación del ruido, medida y corregida, son KQ y KQ_c , respectivamente, que se supone que forman el mismo ángulo θ con sus trayectorias de vuelo. Esta hipótesis de un ángulo θ constante quizás no sea válida en todos los casos. Debe tratarse de perfeccionar más este aspecto. Sin embargo, para la actual aplicación de este procedimiento de ensayo, las diferencias que puedan existir se consideran de pequeña magnitud.
- h) R representa el punto de la trayectoria medida de despegue que está más próxima a la estación K de medición del ruido, y R_c es la posición correspondiente en la trayectoria de vuelo corregida. Las líneas KR y KR_c , respectivamente, indican la distancia mínima a las trayectorias de vuelo, medida y corregida; estas líneas son perpendiculares a las trayectorias de vuelo.

Si durante el sobrevuelo se observan dos valores de cresta de PNLTM que difieren en menos de 2 TPNdB, el nivel del ruido que, al ser corregido a las condiciones de referencia, dé el valor más elevado, se usará en el cálculo relativo de EPNL para las condiciones de referencia. En este caso, el punto correspondiente a la segunda cresta se obtendrá en la trayectoria de vuelo corregida aplicando los datos aprobados del fabricante.

9.3 Perfiles de aproximación

Nota.—

- a) La Figura A1-7 muestra un perfil típico de aproximación. El comienzo del perfil de aproximación para la homologación está representado por la posición G del avión cuya proyección sobre la derrota (prolongación del eje de pista) es el punto P. La posición del avión se registra para una distancia OP, desde el umbral de pista O, de 7,4 km (4 NM) por lo menos.
- b) El avión efectúa la aproximación a un ángulo η , pasa por la vertical de la estación N de medición del ruido a una altura NH, inicia la maniobra de enderezamiento en el punto I, y toma contacto en el punto J.

- c) El perfil de aproximación se define por el ángulo de aproximación η y la altura NH, que son funciones de las condiciones de utilización del avión controladas por el piloto. Si los parámetros del perfil de aproximación medido son diferentes de los correspondientes parámetros de aproximación de referencia, (Figura A1-8), las correcciones se aplican al EPNL calculado a partir de los datos medidos.
- d) En la Figura A1-9 se indican partes de las trayectorias de aproximación, medida y de referencia, incluyendo las relaciones geométricas importantes que influyen en la propagación del sonido. La línea GI representa la trayectoria de aproximación medida, con un ángulo de aproximación η , y la $G_r I_r$ representa la trayectoria de aproximación de referencia a la altitud de referencia y con el ángulo de aproximación de referencia η_r .
- e) El punto S representa la posición del avión en la trayectoria de aproximación medida, respecto de la cual se observa el PNLTM es la estación N de medición del ruido, y S_r es la posición correspondiente en la trayectoria de aproximación de referencia. Las trayectorias de propagación del ruido, medida y corregida, son NS y NS_r , respectivamente, las cuales forman el mismo ángulo λ con sus trayectorias de vuelo.
- f) La posición T representa el punto en la trayectoria de aproximación medida que está más próximo a la estación N de medición del ruido, y T_r es el punto correspondiente en la trayectoria de aproximación de referencia. Las distancias mínimas a las trayectorias de vuelo, medida y de referencia, se indican mediante las líneas NT y NT_r , respectivamente, que son perpendiculares a las trayectorias de vuelo.

9.4 Correcciones del PNLTM

9.4.1 Siempre que las condiciones atmosféricas ambientales de temperatura y de humedad relativa difieran de las condiciones de referencia, o siempre que las trayectorias de despegue y de aproximación medidas difieran de las trayectorias de referencia, respectivamente, se harán correcciones de los valores EPNL calculados a partir de los datos medidos. Estas correcciones se calcularán según se describe a continuación.

9.4.1.1 Despegue

9.4.1.1.1 Refiriéndose a una trayectoria típica de despegue tal como la que aparece en la Figura A1-6, el espectro PNLTM observado en la estación K, respecto al avión situado en el punto Q, habrá de descomponerse en sus valores individuales $SPL(i)$. Se calculará luego una serie de valores corregidos de la manera siguiente:

$$SPL(i)_c = SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_0] KQ + 0,01 \alpha(i)_0 (KQ - KQ_c) + 20 \log (KQ/KQ_c)$$

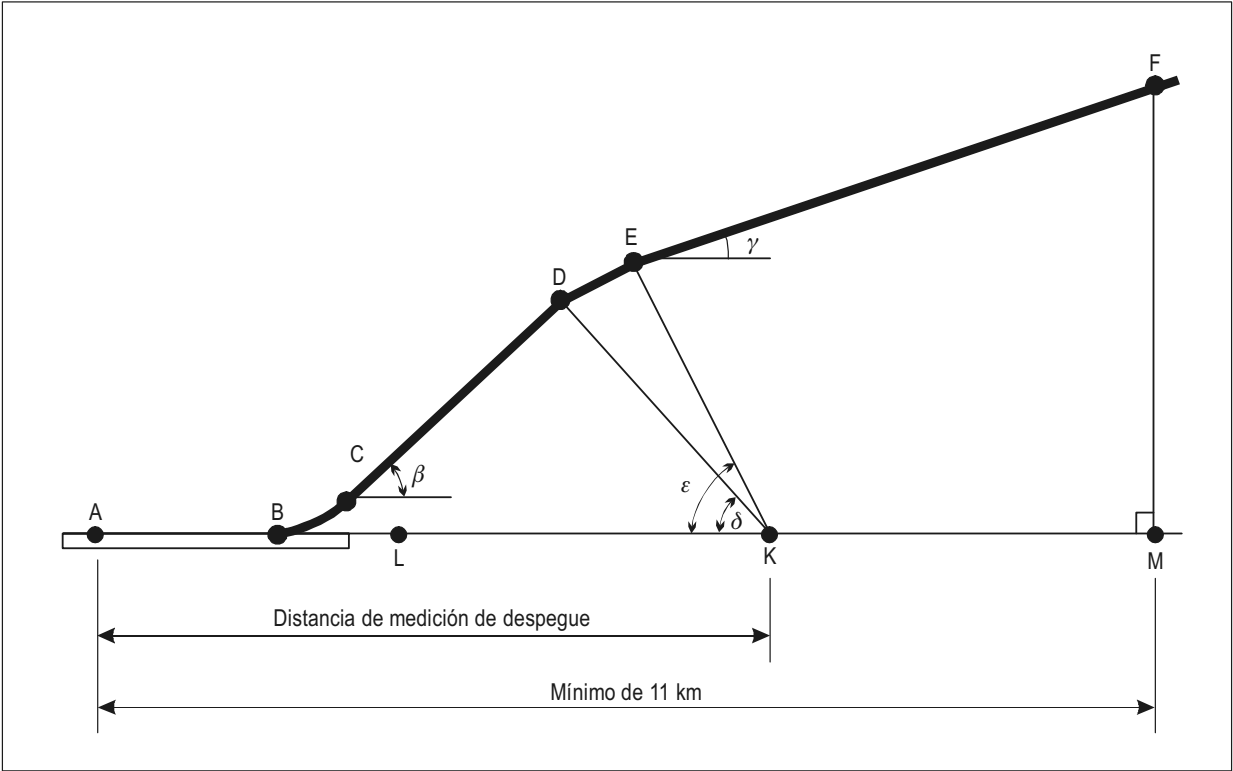


Figura A1-4. Perfil de despegue medido

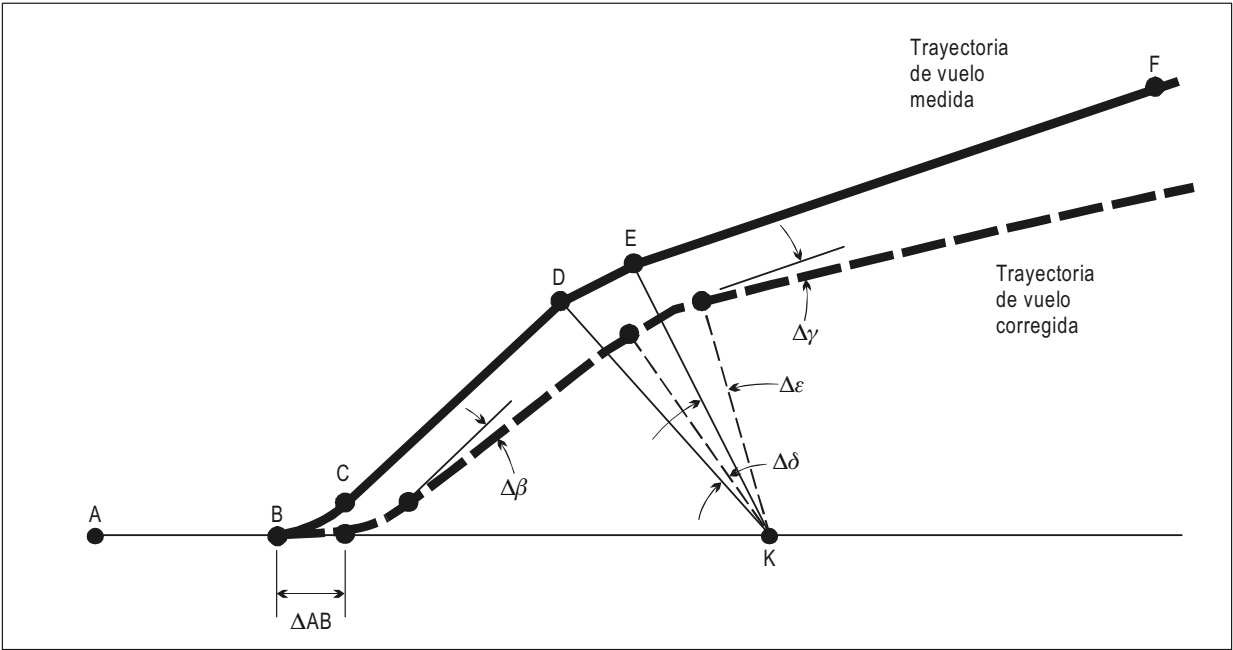


Figura A1-5. Comparación de los perfiles de despegue medidos y corregidos

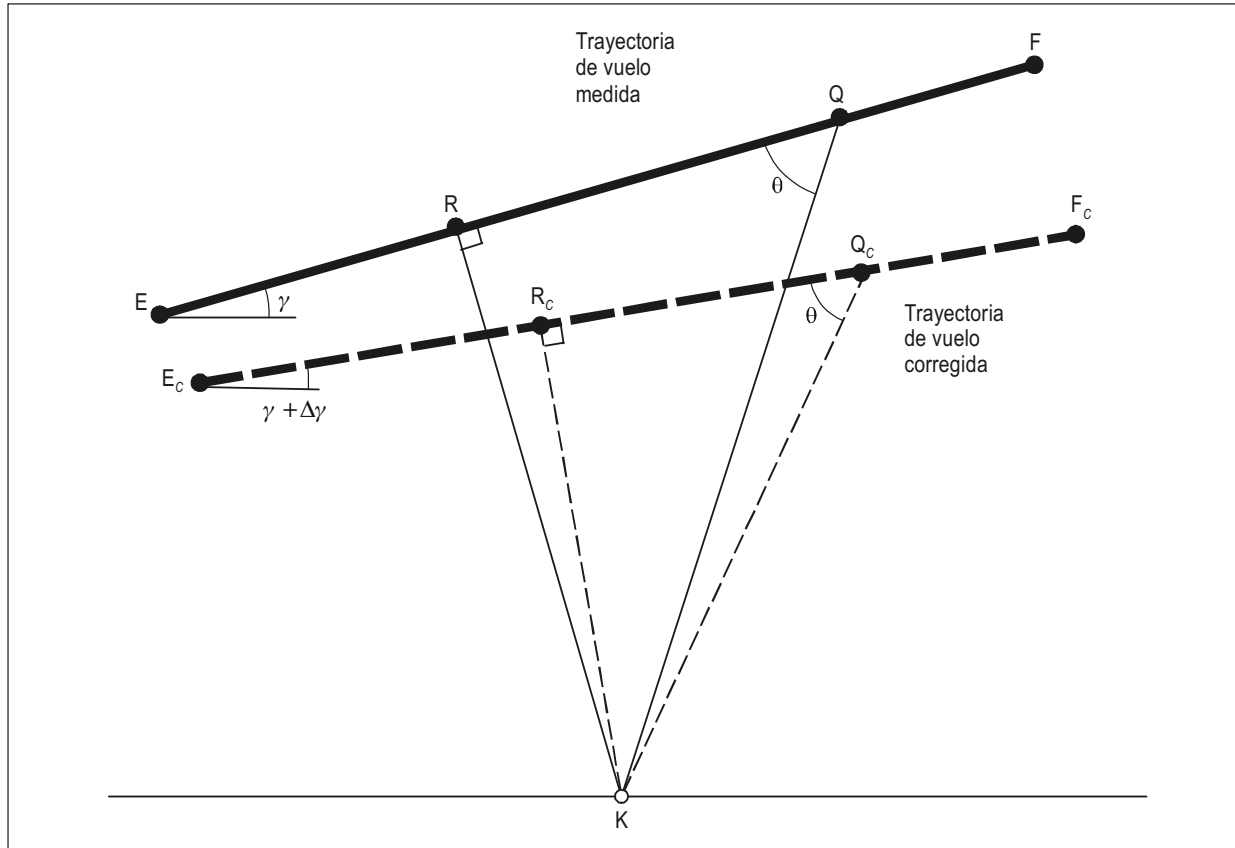


Figura A1-6. Características del perfil de despegue que influyen en el nivel acústico

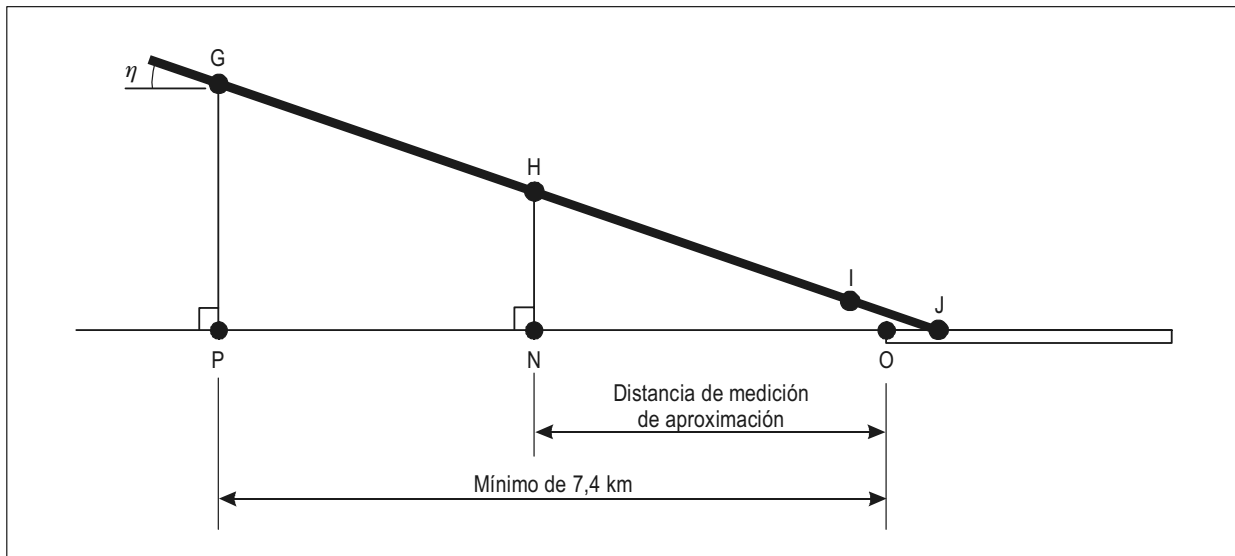


Figura A1-7. Perfil de aproximación medido

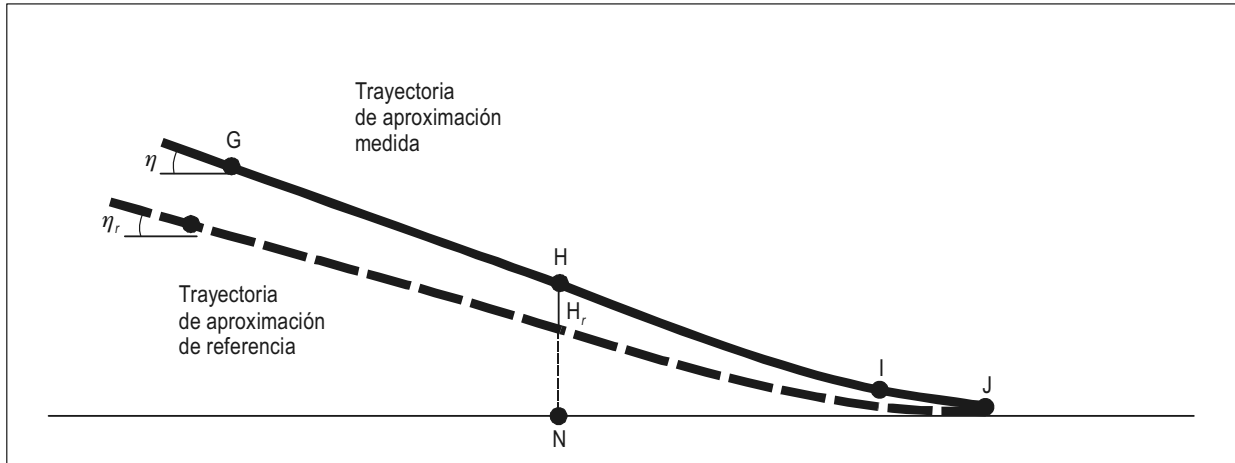


Figura A1-8. Comparación de los perfiles de aproximación medidos y corregidos

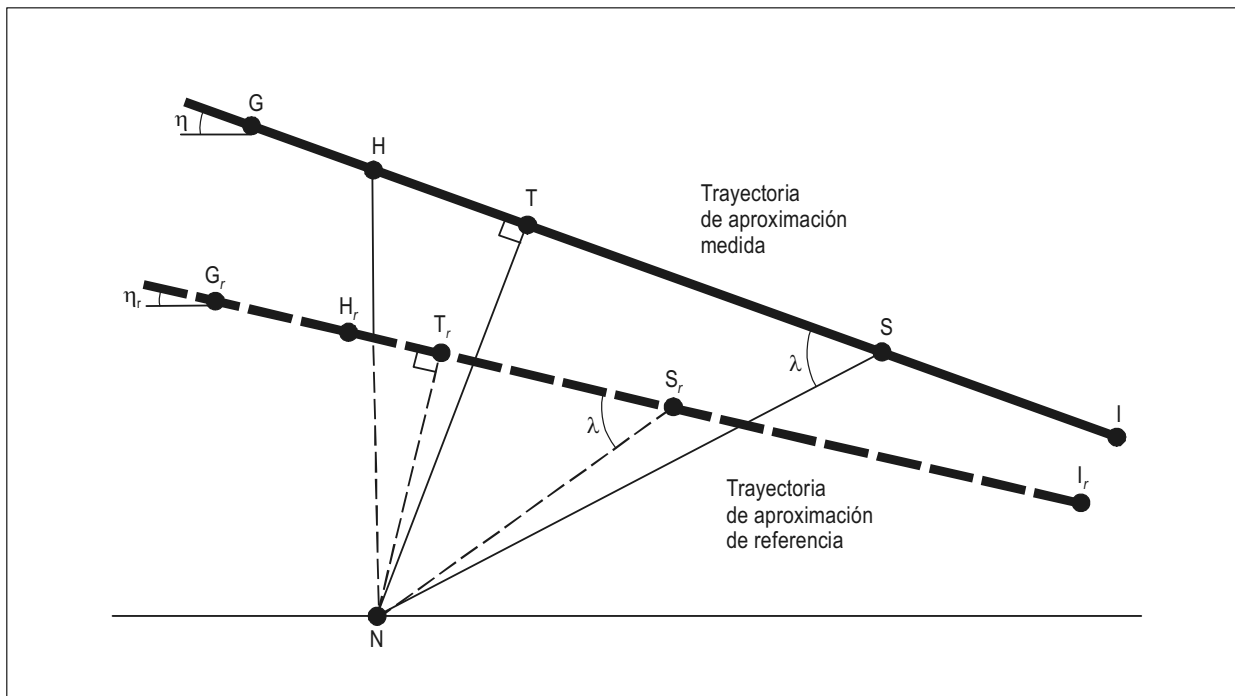


Figura A1-9. Características de perfil de aproximación que influyen en el nivel acústico

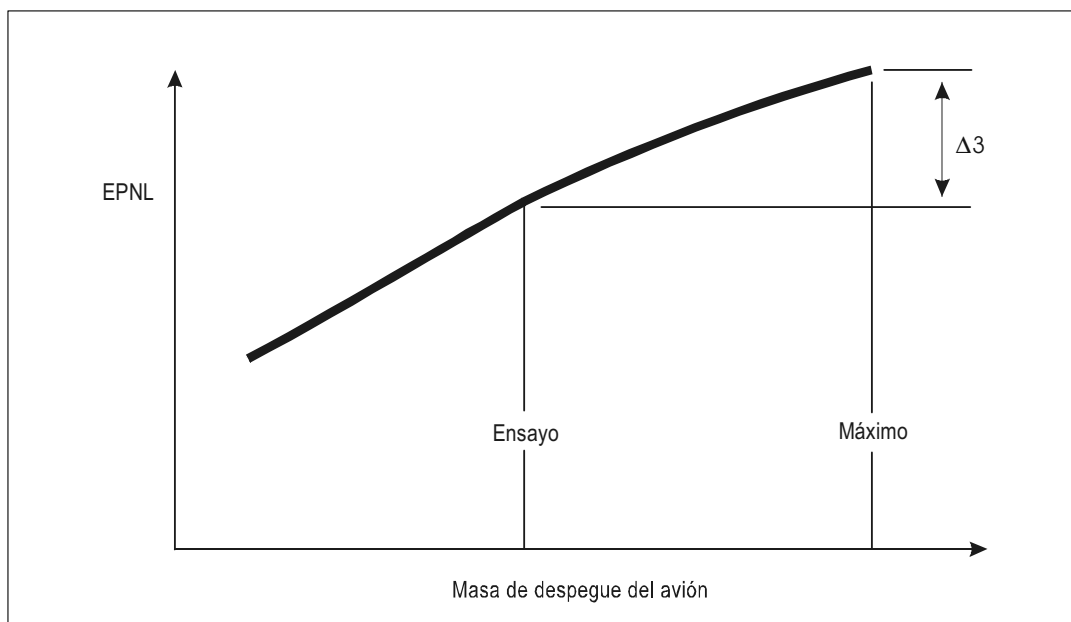


Figura A1-10. Corrección de la masa de despegue correspondiente al EPNL

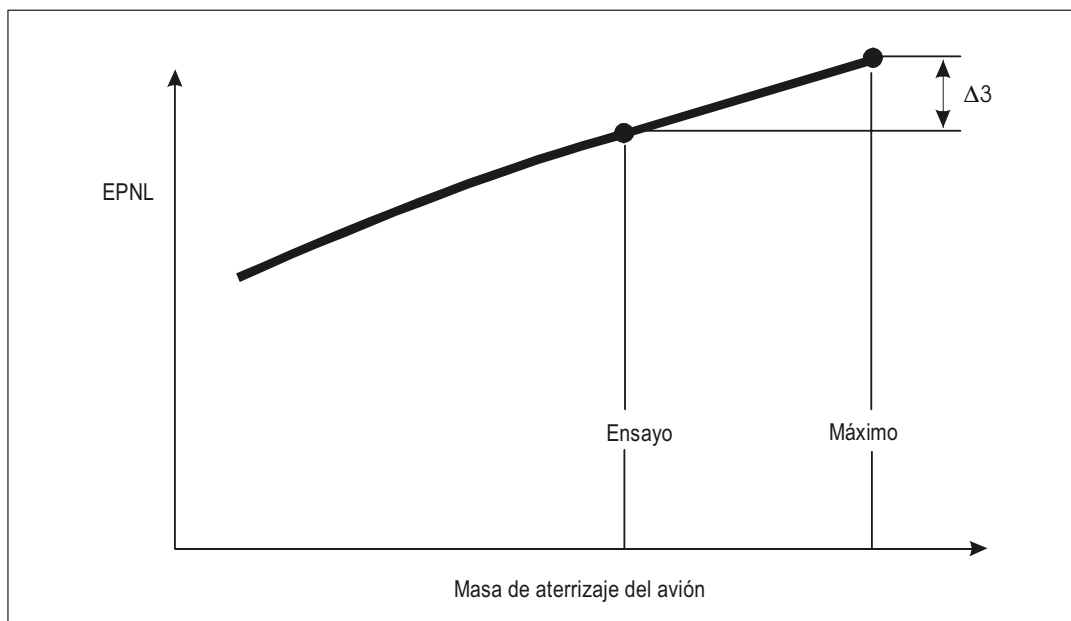


Figura A1-11. Corrección de la masa de aproximación correspondiente al EPNL

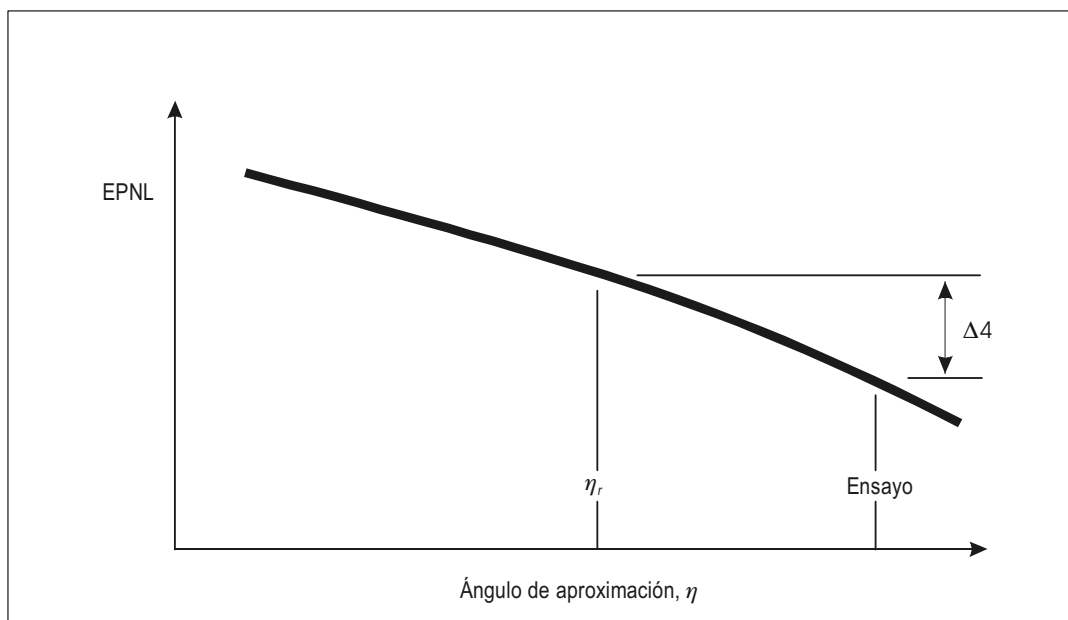


Figura A1-12. Corrección del ángulo de aproximación correspondiente al EPNL

- el término $0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] KQ$ corresponde a los efectos de cambio en la absorción atmosférica del sonido, siendo $\alpha(i)$ y $\alpha(i)_o$ los coeficientes de absorción del sonido correspondiente a las condiciones de ensayo y de referencia, respectivamente, para la banda de tercio de octava de orden i , y KQ es la trayectoria del ruido de despegue medida;
- el término $0,01 \alpha(i)_o (KQ - KQ_c)$ corresponde al efecto de la absorción atmosférica del sonido sobre el cambio de longitud de la trayectoria del ruido, en que KQ_c es la trayectoria del ruido de despegue corregida; y
- el término $20 \log (KQ/KQ_c)$ representa el efecto de la ley de la inversa de los cuadrados sobre el cambio de longitud de la trayectoria del ruido.

9.4.1.1.2 Los valores corregidos $SPL(i)_c$ se convertirán entonces en PNLT y se calcula un término de corrección del modo siguiente:

$$\Delta_1 = \text{PNLT} - \text{PNLTM}$$

que representa la corrección que ha de sumarse algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.4.1.2 Aproximación

Se utilizará el mismo procedimiento en el caso de la trayectoria de aproximación, excepto que los valores de $SPL(i)_c$ se

relacionan con la trayectoria del ruido de aproximación que aparecen en la Figura A1-9 en la forma siguiente:

$$\begin{aligned} SPL(i)_c = & SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] NS \\ & + 0,01 \alpha(i)_o (NS - NS_r) \\ & + 20 \log (NS/NS_r) \end{aligned}$$

en que NS y NS_r son las trayectorias del ruido de aproximación, medida y de referencia, respectivamente. El resto del procedimiento es igual al de la trayectoria de despegue.

9.4.1.3 Lateral

Se utilizará el mismo procedimiento en el caso de la trayectoria de vuelo lateral, si bien los valores de $SPL(i)_c$ se refieren solamente a la trayectoria del ruido lateral medida, como sigue:

$$SPL(i)_c = SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] LX$$

en que LX es la trayectoria del ruido lateral medida desde la estación L (Figura A1-4), hasta la posición X del avión para la cual se ha observado el PNLTM en la estación L. Sólo se considerará el término de corrección que tiene en cuenta los efectos del cambio en la absorción atmosférica del sonido. La diferencia entre la longitud de la trayectoria del ruido medida y la de la corregida se considera despreciable por lo que toca a la trayectoria de vuelo lateral. El resto del procedimiento es igual al de la trayectoria de despegue.

9.5 Correcciones por duración

9.5.1 Siempre que las trayectorias de despegue y de aproximación, medidas, difieran de las trayectorias de vuelo, corregida y de referencia, respectivamente, se efectuarán correcciones por duración en los valores de EPNL calculados a partir de los datos medidos. Estas correcciones se calcularán según se describe a continuación.

9.5.1.1 Despegue

En lo que respecta a la trayectoria de despegue de la Figura 1-6, el término de ajuste se calculará del modo siguiente:

$$\Delta_2 = -7,5 \log (KR/KR_c)$$

que representa el ajuste que se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos. Las longitudes KR y KR_c son las distancias mínimas a las trayectorias de despegue, medida y corregida, respectivamente, desde la estación K de medición del ruido. El signo negativo indicará que en el caso particular de una corrección por duración, el EPNL calculado a partir de los datos medidos se reduce si la trayectoria de vuelo medida está a una altitud mayor que la trayectoria corregida.

9.5.1.2 Aproximación

Se utilizará el mismo procedimiento en el caso de la trayectoria de aproximación, excepto que la corrección se relaciona con las distancias mínimas a la trayectoria de aproximación que aparecen en la Figura A1-9, en la forma siguiente:

$$\Delta_2 = -7,5 \log (NT/NT_r)$$

en que NT es la distancia mínima a la trayectoria de aproximación, medida desde la estación N de medición del ruido.

9.5.1.3 Lateral

No se hará ninguna corrección por duración por lo que toca a la trayectoria de vuelo lateral porque las diferencias entre la trayectoria de vuelo medida y la corregida se consideran despreciables.

9.6 Corrección por diferencias de masa

Siempre que la masa del avión, bien sea durante un ensayo de aproximación o de despegue a los efectos de homologación acústica, sea diferente de la correspondiente masa máxima de despegue o de aterrizaje, se aplicará una corrección al valor EPNL calculado a partir de los datos medidos. Las correcciones se determinarán a partir de los datos del fabricante (aprobados por las autoridades encargadas de homologación) en forma de tablas o curvas como las que se indican esquemáticamente en las Figuras A1-10 y A1-11. Los datos del fabricante deberán ser aplicables a las condiciones atmosféricas de referencia convenidas para la homologación acústica.

9.7 Corrección por diferencias de ángulo de aproximación

Siempre que el ángulo de aproximación del avión durante el ensayo de aproximación a efectos de homologación acústica difiera del ángulo de aproximación de referencia, se aplicará una corrección al valor del EPNL calculado a partir de los datos medidos. Las correcciones se determinarán a partir de los datos del fabricante (aprobados por las autoridades encargadas de homologación) en forma de tablas o curvas como las que se indican esquemáticamente en la Figura A1-12. Los datos del fabricante deberán ser aplicables a las condiciones atmosféricas de referencia convenidas para la homologación acústica, y a la masa de aterrizaje del ensayo.

APÉNDICE 2. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE:

- 1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS —
Solicitud del certificado de aeronavegabilidad
para el prototipo aceptada el 6 de octubre de 1977
o después de esa fecha
- 2.— AVIONES DE MÁS DE 5 700 kg PROPULSADOS POR HÉLICE —
Solicitud del certificado de aeronavegabilidad
para el prototipo aceptada el 1 de enero de 1985
o entre esa fecha y el 17 de noviembre de 1988
- 3.— AVIONES DE MÁS DE 8 618 kg PROPULSADOS POR HÉLICE —
Solicitud del certificado de aeronavegabilidad
para el prototipo aceptada el 17 de noviembre de 1988
o después de esa fecha
- 4.— HELICÓPTEROS

Nota.— Véase la Parte II, Capítulos 3, 4 y 8.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— Este método de evaluación del ruido comprende:

- a) condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica;
- b) medición del ruido de aviones y helicópteros percibido en tierra;
- c) cálculo del nivel efectivo del ruido percibido a partir de los datos de ruido medidos; y
- d) notificación de los datos a las autoridades encargadas de la homologación y corrección de los datos medidos.

Nota 2.— Las instrucciones y procedimientos de este método se han delineado claramente para asegurar la uniformidad de los ensayos de homologación y para poder comparar entre sí los ensayos efectuados con aeronaves de varios tipos, en diversos lugares geográficos.

Nota 3.— En las Secciones 6 a 9 de este apéndice se incluyen una lista completa de símbolos y unidades, la formulación matemática de la ruidosidad percibida, un procedimiento para

determinar la atenuación atmosférica del sonido, y procedimientos detallados para corregir niveles de ruido de modo que correspondan a condiciones de referencia.

2. CONDICIONES DE ENSAYO Y MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

2.1 Generalidades

En esta sección se prescriben las condiciones en que se llevarán a cabo los ensayos de homologación acústica, así como también los procedimientos que corresponderá usar.

Nota.— Muchas solicitudes de homologación en cuanto al ruido tratan únicamente de modificaciones de menor cuantía del diseño de tipo de la aeronave. Los cambios de ruido resultantes, con frecuencia pueden evaluarse de una manera fiable, sin que sea necesario efectuar un ensayo completo como el que se describe en este apéndice. Por esta razón, se alienta a las autoridades encargadas de la homologación a

permitir la utilización de “procedimientos equivalentes” apropiados. Además, existen procedimientos equivalentes que pueden utilizarse para los ensayos completos de homologación con el fin de reducir los costos y obtener resultados fiables. En el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes para la homologación acústica de los aviones de reacción subsónicos y de los aviones propulsados por hélice y de los helicópteros.

2.2 Medio ambiente de ensayo

2.2.1 Los lugares en que se mida el ruido producido por las aeronaves en vuelo estarán rodeados de terreno relativamente llano, que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y apelmazada, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico cuyo vértice coincida con un punto del terreno situado verticalmente por debajo del micrófono, con su eje perpendicular al suelo y un semiángulo a 80° con relación a ese eje, no habrá ningún obstáculo que pueda influenciar de una manera significativa el campo sonoro procedente de la aeronave.

Nota.— Las personas que efectúan las mediciones pueden constituir ellas mismas obstáculos.

2.2.2 Excepto en el caso que se especifica en 2.2.4, los ensayos se llevarán a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) ausencia de precipitación;
- b) temperatura del aire ambiente no superior a 35°C ni inferior a -10°C y humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% en toda la trayectoria del ruido entre un punto a 10 m (33 ft) sobre el terreno y la aeronave;

Nota.— Convendría asegurar que la utilización de los instrumentos de medición de ruido, de seguimiento de trayectoria de vuelo de la aeronave y meteorológicos se efectúe dentro de sus límites con respecto al medio ambiente.

- c) humedad relativa y temperatura del aire ambiente en toda la trayectoria del ruido entre un punto a 10 m (33 ft) sobre el terreno y la aeronave, con valores tales que la atenuación del sonido en la banda de un tercio de octava centrada en 8 kHz no exceda de 12 dB/100 m;
- d) si los coeficientes de absorción atmosférica varían a lo largo de la trayectoria de propagación del sonido PNLTM en más de $\pm 0,5$ dB/100 m en la banda de un tercio de octava centrada en 3 150 Hz en comparación con el valor del coeficiente de absorción derivado de las mediciones meteorológicas obtenidas a 10 m sobre

la superficie, para calcular las atenuaciones del sonido ponderadas equivalentes en cada banda de un tercio de octava, la atmósfera deberá subdividirse en capas, con subdivisiones que sean suficientes a juicio de las autoridades encargadas de la homologación; y, si no fuera necesario subdividir la atmósfera en capas, la atenuación del sonido equivalente, en cada banda de un tercio de octava, se obtendrá promediando los coeficientes de absorción atmosférica en cada una de dichas bandas a 10 m (33 ft) por encima del nivel del terreno y al nivel de vuelo de la aeronave de ensayo en el instante correspondiente al PNLTM, para cada medición;

- e) a 10 m (33 ft) por encima del terreno, para aviones, la velocidad media del viento no excederá de 22 km/h (12 kt) y la velocidad media del viento de costado no excederá de 13 km/h (7 kt); para helicópteros, la velocidad media del viento no excederá de 19 km/h (10 kt) y la velocidad media del viento de costado no excederá de 9 km/h (5 kt); para aviones, las ráfagas de viento no excederán de 28 km/h (15 kt) y las ráfagas de viento de costado no excederán de 18 km/h (10 kt);

Nota.— La velocidad media del viento se define durante un periodo de 30 segundos.

- f) ausencia de condiciones anómalas meteorológicas de viento que influirían notablemente en los niveles de ruido medidos en el momento de registro en los puntos de medición especificados por las autoridades encargadas de la homologación; y
- g) deben tomarse mediciones meteorológicas dentro de los 30 minutos posteriores a cada ensayo de medición del ruido; los datos meteorológicos se interpolarán a horas reales correspondientes a cada medición del ruido.

2.2.3 Cuando en virtud del 2.2.2 d) el cálculo deba hacerse por capas múltiples, la atmósfera entre la aeronave y una altura de 10 m (33 ft) sobre el suelo se subdividirá en capas de igual espesor. El espesor de las capas se fijará a un valor no superior al de la capa más delgada a través de la cual el coeficiente de absorción atmosférica en la banda de un tercio de octava de 3 150 Hz no sea superior a $\pm 0,5$ dB/100 m y dicho espesor no será inferior a 30 m (100 ft). Esto se aplicará en el trayecto de propagación en PNLTM. Para caracterizar las propiedades de absorción de cada capa puede utilizarse el promedio de los coeficientes de absorción atmosférica en la parte superior e inferior de cada capa.

2.2.4 En los ensayos de helicópteros se aplicarán los requisitos de 2.2.2 b), c) y d) solamente en un punto a 10 m (33 ft) de altura sobre el terreno.

2.2.5 Se aprobará el uso de la torre de control del aeródromo u otra instalación como emplazamiento central en el cual las mediciones de los parámetros atmosféricos sean representativas de las condiciones que reinan en la región geográfica en que se llevan a cabo las mediciones del ruido.

2.3 Medición de la trayectoria de vuelo

2.3.1 La altura y posición lateral de la aeronave con respecto a la derrota de vuelo se determinarán mediante un método independiente de los instrumentos normales de a bordo, p. ej., por seguimiento radar, triangulación con teodolito o fototelemetría, que han de aprobar las autoridades encargadas de la homologación.

2.3.2 Mediante señales de sincronización, se relacionará la posición de la aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo con el ruido registrado en los puntos de medición a una distancia suficiente para suministrar los datos necesarios durante el lapso en que el ruido difiera en menos de 10 dB del valor máximo de PNLT.

2.3.3 Los datos de posición y de performance que se necesitan para hacer los ajustes descritos en la Sección 8 ó 9 de este apéndice se registrarán automáticamente a un ritmo de muestreo aprobado. El equipo de medición será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

3. MEDICIÓN DEL RUIDO DE LAS AERONAVES PERCIBIDO EN TIERRA

3.1 Definiciones

Para los fines de esta sección tendrán aplicación las siguientes definiciones:

Ángulo de incidencia del sonido. Un ángulo en grados entre el eje principal del micrófono, según lo definido en CEI 61094-3¹ y CEI 61094-4², en su forma enmendada, y una línea que va desde la fuente del ruido hasta el centro del diafragma del micrófono.

Nota.— Cuando el ángulo de incidencia del sonido es de 0°, se dice que el sonido ha sido percibido en el micrófono a una “incidencia normal (perpendicular)”; cuando el ángulo de incidencia del sonido es de 90°, se dice que el sonido ha sido percibido a una “incidencia tangencial”.

Diferencia de niveles. Para cualquier frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava, el nivel de la señal de salida, en decibeles, medido en cualquier gama de niveles, menos el nivel de la correspondiente señal de entrada eléctrica.

Diferencia de niveles de referencia. Para una frecuencia indicada, la diferencia de niveles, en decibeles, medida en una gama de niveles para una señal de entrada eléctrica correspondiente al nivel de presión acústica para calibración, ajustada según proceda, para la gama de niveles.

Dirección de referencia. La dirección de incidencia del ruido especificada en grados por el fabricante del micrófono, relativa al ángulo de incidencia del sonido de 0°, respecto a

la cual el nivel de sensibilidad de campo libre del sistema de micrófonos está dentro de los límites de tolerancia especificados.

Frecuencia de verificación para calibración. La frecuencia nominal, en hertzios, de la señal de presión acústica sinusoidal producida por el calibrador de sonido.

Gama de niveles. Una gama de funcionamiento, en decibeles, determinada por el reglaje de los controles que han sido suministrados a un sistema de medición para el registro de un análisis de banda de tercio de octava de una señal de presión acústica. Se redondeará al nivel más cercano al límite superior correspondiente a cualquier gama particular de niveles.

Gama de niveles de referencia. La gama de niveles, en decibeles, para determinar la sensibilidad acústica del sistema de medición y que comprende el nivel de presión acústica para calibración.

Gama lineal de funcionamiento. Respecto a una gama de niveles y frecuencias indicadas, la gama de niveles, en decibeles, de las señales eléctricas sinusoidales de amplitud constante aplicadas a la entrada de la totalidad del sistema de medición, excluido el micrófono pero incluido el preamplificador de micrófono y todos los demás elementos de acondicionamiento de la señal que se consideran ser parte del sistema de micrófonos, que se extienden desde un límite mínimo a un límite máximo dentro del cual la no linealidad de los niveles está dentro de los límites de tolerancia especificados.

Nota.— No es necesario incluir como configurados en el campo los cables de extensión de los micrófonos.

Nivel de presión acústica para calibración. El nivel de presión acústica, en decibeles, producido en condiciones de medio ambiente de referencia en la cavidad del acoplador del calibrador de sonido que se utiliza para determinar la sensibilidad acústica general de un sistema de medición.

Nivel de sensibilidad de campo libre de un sistema de micrófonos. Veinte veces el logaritmo de base 10, en decibeles, de la razón de la sensibilidad de campo libre de un sistema de micrófonos a la sensibilidad de referencia de un voltio por pascal.

1. CEI 61094-3:1995 titulada “Micrófonos de medición — Parte 3: método primario para la calibración de campo libre de micrófonos normales de laboratorio mediante la técnica de reciprocidad”. Pueden obtenerse estas publicaciones CEI de la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.
2. CEI 61094-4:1995 titulada “Micrófonos de medición — Parte 4: especificaciones de los micrófonos normales de trabajo”. Pueden obtenerse estas publicaciones CEI de la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

Nota.— Puede determinarse el nivel de sensibilidad de campo libre de un sistema de micrófonos sustrayendo el nivel de presión acústica (en decibeles re 20 μ Pa) del sonido incidente en el micrófono del nivel de voltaje (en decibeles re 1 V) a la salida del sistema de micrófonos y añadiendo al resultado 93,98 dB.

No linealidad de los niveles. La diferencia de niveles, en decibeles, medida en cualquier gama de niveles, a una frecuencia nominal indicada de centro de banda de un tercio de octava, menos la diferencia de los niveles de referencia correspondientes, expresándose todas las señales de entrada y de salida por relación a la misma cantidad de referencia.

Pérdida por inserción de pantalla del viento. Para una frecuencia nominal indicada de centro de banda de tercio de octava, y respecto a un ángulo de incidencia sonora indicado en el micrófono insertado, el nivel de presión acústica indicado, en decibeles, sin que esté instalada la pantalla del viento en torno al micrófono, menos el nivel de presión acústica con la pantalla de viento instalada.

Promedio en el tiempo del nivel de presión acústica en la banda. Diez veces el logaritmo de base 10, en decibeles, de la razón de la media cuadrática temporal de la presión acústica instantánea durante un intervalo de tiempo indicado y en una banda de un tercio de octava especificada, a la raíz cuadrada de la presión acústica de referencia de 20 μ Pa.

Ruido ambiente. Ruido acústico de fuentes ajenas a la aeronave de ensayo en el lugar del micrófono durante la medición del ruido de las aeronaves. El ruido ambiente es un componente del ruido de fondo.

Ruido de banda ancha. Ruido por el cual el espectro de frecuencia es continuo (es decir, la energía está presente en todas las frecuencias de una gama dada) y que carece de componentes de frecuencia discreta (es decir, tonos).

Ruido de fondo. Ruido combinado en un sistema de medición de fuentes ajenas a la aeronave de ensayo, que puede influir u oscurecer los niveles de ruido de la aeronave que se están midiendo. Entre los elementos típicos del ruido de fondo se incluyen (sin que la numeración sea limitativa): ruido ambiente de fuentes que se encuentran alrededor del lugar del micrófono; ruido eléctrico térmico generado por los componentes del sistema de medición; ruido por flujo magnético (“soplido”) de los magnetófonos análogos; y ruido de digitalización causado por errores de cuantificación en los convertidores digitales. Algunos elementos del ruido de fondo, tales como el ruido de digitalización, pueden oscurecer la señal de ruido de la aeronave, mientras que otros, como el ruido ambiente, también pueden aportar energía a la señal del ruido de la aeronave medido.

Sensibilidad de campo libre de un sistema de micrófonos.

Para una onda sonora plana sinusoidal progresiva de la frecuencia especificada, a un ángulo de incidencia sonora especificado, el cociente medido en voltios por pascal, entre el voltaje de media cuadrática a la salida del sistema de micrófonos y la presión acústica de media cuadrática que existiría en la posición del micrófono de no estar presente la onda.

Sistema de medición. La combinación de instrumentos utilizados para la medición de los niveles de presión acústica, incluidos un calibrador acústico, pantalla de viento, sistema de micrófonos, dispositivos de registro y acondicionamiento de la señal y un sistema de análisis de la banda de tercio de octava.

Nota.— En la práctica, pueden incluirse en las instalaciones varios sistemas de micrófonos, cuyos datos de salida serán registrados simultáneamente mediante un dispositivo de registro y análisis multicanal a través, según corresponda, de acondicionadores de la señal. Para los fines de esta sección, cada canal de medición completa se considerará como un sistema de medición al cual se aplican consiguientemente los requisitos.

Sistema de micrófonos. Los componentes del sistema de medición que producen una señal eléctrica de salida en respuesta a una señal de entrada de presión acústica, y entre los que se incluye en general un micrófono, un preamplificador, cables de extensión y otros dispositivos necesarios.

3.2 Condiciones medioambientales de referencia

Las condiciones medioambientales de referencia para especificar la actuación de un sistema de medición son las siguientes:

- temperatura del aire 23°C
- presión estática del aire 101,325 kPa
- humedad relativa 50%.

3.3 Generalidades

Nota.— Las mediciones del ruido de las aeronaves cuando se utilizan instrumentos conformes a las especificaciones de esta sección, dan niveles de presión acústica en la banda de un tercio de octava en función del tiempo, para el cálculo del nivel efectivo de ruido percibido, según lo descrito en la Sección 4.

3.3.1 El sistema de medición constará de equipo aprobado por las autoridades encargadas de la certificación y será equivalente a lo siguiente:

- a) una pantalla de viento (véase 3.4);
- b) un sistema de micrófonos (véase 3.5);
- c) un sistema de registro y reproducción a fin de almacenar las señales medidas de ruido de las aeronaves para un análisis subsiguiente (véase 3.6);
- d) un sistema de análisis de banda de un tercio de octava (véase 3.7); y
- e) sistemas de calibración para mantener la sensibilidad acústica de los sistemas indicados dentro de los límites de tolerancia especificados (véase 3.8).

3.3.2 Respecto a cualquier componente del sistema de medición por el que se realice la conversión de la señal analógica a forma digital, tal conversión se efectuará de forma que los niveles de cualesquiera pseudoseñales o artefactos posibles del proceso de digitalización, serán inferiores al límite superior de la gama de funcionamiento lineal por lo menos en 50 dB, a cualquier frecuencia inferior a 12,5 kHz. El régimen de muestreo será por lo menos de 28 kHz. Se incluirá antes del proceso de digitalización un filtro de pseudoseñales.

3.4 Pantallas del viento

De no haber viento y para sonidos sinusoidales a un ángulo de incidencia tangencial, la pérdida por inserción causada por la pantalla del viento de un tipo indicado que se haya

instalado en torno al micrófono no excederá de $\pm 1,5$ dB a las frecuencias nominales de centro de banda de un tercio de octava, desde 50Hz hasta 10 kHz inclusive.

3.5 Sistema de micrófonos

3.5.1 El sistema de micrófonos se conformará a las especificaciones de 3.5.2 a 3.5.4. La autoridad encargada de la certificación puede aprobar diversos sistemas de micrófonos en base a la actuación electroacústica general equivalente que se haya demostrado. Cuando se utilizan dos o más sistemas de micrófonos del mismo tipo, es suficiente para demostrar la conformidad que se efectúe la demostración de que por lo menos uno de los sistemas se conforma plenamente a las especificaciones.

Nota.— Esta demostración de actuación equivalente no suprime la necesidad de calibrar y verificar cada sistema según lo definido en 3.9.

3.5.2 El micrófono se montará con el elemento sensor a una altura de 1,2 m (4 ft) por encima de la superficie del terreno local y se orientará respecto a incidencia tangencial, es decir con el elemento sensor esencialmente en el plano definido por la trayectoria de vuelo de referencia prevista de la aeronave y la estación de medición. El arreglo de montaje del micrófono será tal que se reduzca a un mínimo la interferencia de los soportes en el sonido que haya de medirse. En la Figura A2-1 se ilustran los ángulos de incidencia sonora en un micrófono.

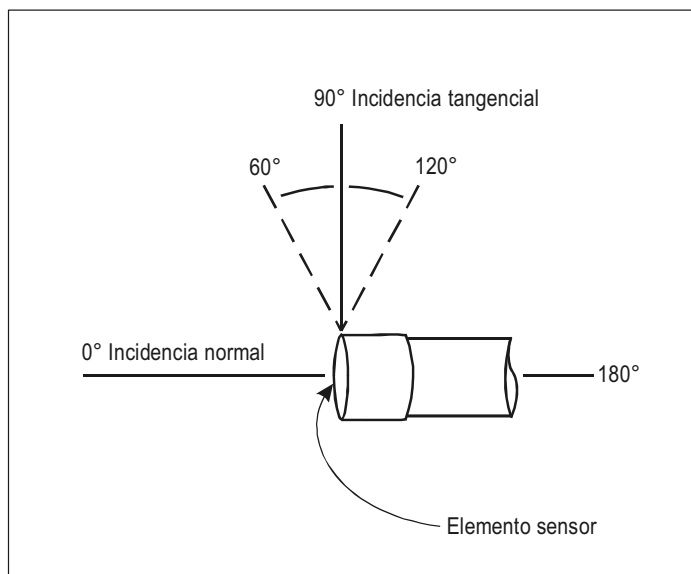


Figura A2-1. Ilustración de los ángulos de incidencia sonora en un micrófono

Tabla A2-1. Requisitos de respuesta direccional de los micrófonos

Frecuencia nominal de centro de banda kHz	Diferencia máxima entre el nivel de sensibilidad de campo libre de un sistema de micrófonos a un ángulo de incidencia normal y el nivel de sensibilidad de campo libre a ángulos de incidencia sonora determinados (dB)				
	Ángulo de incidencia sonora en grados				
	30	60	90	120	150
0,05 a 1,6	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
2,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
2,5	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5
3,15	0,5	1,0	1,5	2,0	2,0
4,0	0,5	1,0	2,0	2,5	2,5
5,0	0,5	1,5	2,5	3,0	3,0
6,3	1,0	2,0	3,0	4,0	4,0
8,0	1,5	2,5	4,0	5,5	5,5
10,0	2,0	3,5	5,5	6,5	7,5

3.5.3 El nivel de sensibilidad de campo libre del micrófono y del preamplificador en la dirección de referencia, por lo menos por toda la gama de frecuencias nominales de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 5 kHz inclusive, estará dentro de $\pm 1,0$ dB de la frecuencia de verificación para calibración y dentro de $\pm 2,0$ dB de las frecuencias nominales de centro de banda de 6,3 kHz, 8 kHz y 10 kHz.

3.5.4 Respecto a ondas sonoras sinusoidales en cada frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava por toda la gama desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive, los niveles de sensibilidad de campo libre del sistema de micrófonos a ángulos de incidencia sonora de 30°, 60°, 90°, 120° y 150° no diferirán del nivel de sensibilidad de campo libre a un ángulo de incidencia sonora de 0° (“incidencia normal”) en más de los valores indicados en la Tabla A2-1. Las diferencias de nivel de sensibilidad de campo libre a ángulos de incidencias sonoras comprendidos entre cualesquiera dos ángulos de incidencia sonora adyacentes de la Tabla A2-1 no excederán del límite de tolerancia correspondiente al mayor de los ángulos.

3.6 Sistemas de registro y reproducción

3.6.1 Se utilizarán un sistema de registro y reproducción tal como una grabadora de cinta magnética digital o analógica, un sistema por computadora u otros dispositivos de almacenamiento permanente de datos, para guardar en memoria las señales de presión acústica para análisis subsiguientes. El sonido producido por la aeronave será registrado de tal modo que se conserve un registro de la totalidad de la señal acústica. Los sistemas de registro y reproducción se conformarán a las especificaciones de 3.6.2 a 3.6.9 a las velocidades de registro o con los regímenes de muestreo de datos utilizados en los

ensayos de homologación en cuanto al ruido. Se demostrará la conformidad respecto a las anchuras de banda de frecuencia y respecto a los canales de registro seleccionados en los ensayos.

3.6.2 Se calibrarán en la forma descrita en 3.9 los sistemas de registro y reproducción.

Nota.— Respecto a señales de ruido de aeronaves en las cuales los niveles espectrales de alta frecuencia disminuyen rápidamente al aumentar la frecuencia, pueden incluirse en el sistema de medición redes adecuadas de preénfasis y de énfasis complementarios. Si se incluye el preénfasis, en la gama de frecuencias nominales de centro de banda de un tercio de octava desde 800 Hz hasta 10 kHz inclusive, la ganancia eléctrica suministrada por la red preénfasis no excederá de 20 dB de la ganancia a 800 Hz.

3.6.3 Respecto a las señales eléctricas sinusoidales estacionarias aplicadas a la entrada de todo el sistema de medición, excluido el sistema de micrófonos, pero incluido el preamplificador de los micrófonos, y cualesquiera otros elementos de acondicionamiento de la señal que se consideren ser parte del sistema de micrófonos, a un nivel de señal seleccionado dentro de 5 dB del correspondiente al nivel de presión acústica de calibración en la gama de niveles de referencia, el nivel de la señal promediado en el tiempo indicado por el dispositivo de lectura en cualquier frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive, estará dentro de $\pm 1,5$ dB del correspondiente a la frecuencia de verificación para calibración. La respuesta de frecuencia de un sistema de medición en el que se incluyan componentes que realizan la conversión de señales analógicas a forma digital estará dentro de $\pm 0,3$ dB de la respuesta a 10 kHz en toda la gama de frecuencias desde 10 kHz hasta 11,2 kHz.

Nota.— No es necesario incluir los cables de extensión de los micrófonos, según lo configurado en el campo.

3.6.4 Para grabaciones en cinta analógica, las fluctuaciones de amplitud de una señal sinusoidal de 1 kHz registradas dentro de 5 dB del nivel correspondiente al nivel de presión acústica para calibración no variarán en más de $\pm 0,5$ dB en cualquier carrete de tipo de cinta magnética utilizado. Se demostrará la conformidad con este requisito mediante un dispositivo que tenga características de promedio de tiempo equivalentes a las del analizador del espectro.

3.6.5 En toda la gama adecuada de niveles y respecto a las señales eléctricas sinusoidales estacionarias aplicadas a la entrada del sistema de medición, excluido el sistema de los micrófonos, pero incluido el preamplificador de los micrófonos, y cualesquiera otros elementos de acondicionamiento de la señal que se consideren ser parte del sistema de micrófonos, en cualquiera de las frecuencias nominales de centro de banda de un tercio de octava de 50 Hz, 1 kHz y 10 kHz, y de la frecuencia de verificación para calibración que no sea ninguna de estas frecuencias, la no linealidad del nivel no excederá de $\pm 0,5$ dB para una gama de funcionamiento lineal de por lo menos 50 dB por debajo del límite superior de la gama de niveles.

Nota 1.— La linealidad de nivel de los componentes del sistema de medición debería someterse a ensayo de conformidad con los métodos descritos en CEI 61265³ en su forma enmendada.

Nota 2.— No es necesario incluir los cables de extensión de los micrófonos según lo configurado en el campo.

3.6.6 En la gama de niveles de referencia, el nivel correspondiente al nivel de presión acústica para calibración será por lo menos de 5 dB, pero no inferior en menos de 30 dB al límite superior de la gama de niveles.

3.6.7 Las gamas de funcionamiento lineal en las gamas de niveles adyacentes, se superpondrán por lo menos 50 dB menos el cambio de atenuación introducido por una modificación de los controles de gama de niveles.

Nota.— Es posible que un sistema de medición tenga controles de gama de niveles que permitan cambios de atenuación, por ejemplo, de 10 dB o 1 dB. A incrementos de 10 dB, la superposición mínima requerida sería de 40 dB, y a incrementos de 1 dB la superposición mínima sería de 49 dB.

3.6.8 Debe preverse que ocurra una indicación de sobrecarga durante una condición de sobrecarga en cualquier gama de niveles pertinente.

3.6.9 Los atenuadores incluidos en el sistema de medición permitirán que funcionen modificaciones de la gama de niveles a intervalos conocidos de incrementos de decibeles.

3.7 Sistemas de análisis

3.7.1 El sistema de análisis se conformará a las especificaciones de 3.7.2 a 3.7.7, para las anchuras de banda de frecuencias, configuraciones de canales y reglajes de ganancia utilizados en el análisis.

3.7.2 La salida del sistema de análisis consistirá en niveles de presión acústica en la banda de un tercio de octava en función del tiempo obtenidos mediante el procesamiento de las señales de ruido (preferiblemente grabadas) mediante un sistema de análisis que tenga las características siguientes:

- a) un conjunto de 24 filtros de banda de un tercio de octava o su equivalente, que tengan frecuencias nominales de centro de banda desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive;
- b) características de respuesta y de promediación en las que en principio la salida desde cualquier banda de un tercio de octava se eleve al cuadrado, se promedie y presente en pantalla o almacene como niveles de presión acústica promediados en el tiempo;
- c) el intervalo entre muestras sucesivas de niveles de presión acústica será de $500 \text{ ms} \pm 5 \text{ ms}$ para el análisis espectral, con o sin ponderación de tiempo LENTA;
- d) en el caso de sistemas de análisis en los que no se procesen las señales de presión acústica durante el período de tiempo requerido para la lectura o el cambio de reglaje del analizador, la pérdida de datos no excederá de una duración de 5 ms; y
- e) el sistema de análisis funcionará en tiempo real desde 50 Hz hasta por lo menos 12 kHz inclusive. Este requisito se aplica a todos los canales en funcionamiento de un sistema de análisis espectral multicanal.

3.7.3 El sistema de análisis de banda de tercio de octava se conformará por lo menos a los requisitos de actuación eléctrica de clase 2 de CEI 61260⁴ en la forma enmendada, en toda la gama de frecuencias nominales de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive.

Nota.— Los ensayos del sistema de análisis de banda de un tercio de octava deberían efectuarse de conformidad con los métodos descritos en CEI 61260⁴ o con un procedimiento

3. CEI 61265:1995 titulada “Instrumentos para medición del ruido de aeronaves de actuación para sistemas que midan los niveles de presión acústica de banda de un tercio de octava en la homologación en cuanto al ruido de aviones de categoría de transporte”. Pueden obtenerse estas publicaciones de la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.
4. CEI 61260:1995 titulada “Electroacústica — filtros de banda de octava y de fracción de octava”. Pueden obtenerse estas publicaciones CEI de la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue Varembe, Ginebra, Suiza.

equivalente aprobado por la autoridad que otorga la certificación, respecto a la atenuación relativa, a filtros de pseudo-señal, a funcionamiento en tiempo real, a linealidad de niveles y a respuesta integrada de filtro (anchura de banda eficaz).

3.7.4 Cuando se promedie en el analizador de tiempo LENTO, la respuesta del sistema de análisis de banda de un tercio de octava a una activación o interrupción repentina de una señal sinusoidal constante, a la frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava respectiva, se medirá a instantes de muestreo 0,5, 1, 1,5 y 2 segundos después de la activación y de 0,5 y 1 segundos después de la interrupción. La respuesta de ascenso será de -4 ± 1 dB a 0,5 segundos, $-1,75 \pm 0,75$ dB a 1 segundo, $-1 \pm 0,5$ dB a 1,5 segundos y $-0,5 \pm 0,5$ dB a 2 segundos relativa al nivel de estado estacionario. La respuesta de descenso será tal que la suma de los niveles de señal de salida relativa al nivel inicial de estado estacionario y la lectura correspondiente de respuesta de ascenso sea de $-6,5 \pm 1$ dB, a ambos 0,5 y 1 segundos. Posteriormente la suma de las respuestas de ascenso y de descenso serán de $-7,5$ dB o menos. Esto equivale a un proceso de promedio exponencial (ponderación LENTA) con una constante nominal de tiempo de 1 segundo (es decir tiempo promedio de 2 segundos).

3.7.5 Cuando se determinen los niveles de presión acústica de banda de un tercio de octava desde la salida del analizador sin ponderación de tiempo LENTO, se simulará la ponderación de tiempo LENTO en el procesamiento subsiguiente. Pueden obtenerse los niveles simulados de presión acústica de ponderación LENTA mediante un proceso de promedio exponencial continuo aplicándose la siguiente ecuación:

$$L_s(i, k) = 10 \log [(0,60653) 10^{0,1L_s[i, (k-1)]} + (0,39347) 10^{0,1L(i, k)}]$$

siendo $L_s(i, k)$ el nivel de presión acústica de ponderación LENTA simulado y $L(i, k)$ el nivel de presión acústica en el promedio de tiempo medido de 0,5 segundos determinado desde la salida del analizador para el instante k de tiempo y para la banda i de un tercio de octava. Para $k = 1$, la presión acústica de ponderación LENTA $L_s[i, (k-1 = 0)]$ al lado derecho se deberá poner a 0 dB.

Mediante la siguiente ecuación se representa una aproximación al promedio exponencial continuo en un proceso de promedio de cuatro muestras para $k = 4$:

$$L_s(i, k) = 10 \log [(0,13) 10^{0,1L[i, (k-3)]} + (0,21) 10^{0,1L[i, (k-2)]} + (0,27) 10^{0,1L[i, (k-1)]} + (0,39) 10^{0,1L(i, k)}]$$

siendo $L_s(i, k)$ el nivel de presión acústica acumulado de ponderación LENTA y $L(i, k)$ el nivel de presión acústica medido en un promedio de tiempo de 0,5 segundos, determinado desde la salida del analizador para el instante k de tiempo y la banda i de un tercio de octava.

La suma de los factores de ponderación es 1,0 en las dos ecuaciones. Los niveles de presión acústica calculados mediante una u otra de las ecuaciones son válidos para la sexta y subsiguientes muestras de datos de 0,5 segundos o para tiempos superiores a 2,5 segundos después de iniciarse el análisis de datos.

Nota.— Se calcularon los coeficientes de las dos ecuaciones para ser utilizados en la determinación de los niveles equivalentes de presión acústica de ponderación LENTA a partir de muestras de niveles de presión acústica en un promedio de tiempo de 0,5 segundos. No deberían utilizarse las ecuaciones con muestras de datos en los que el tiempo promedio difiera de 0,5 segundos.

3.7.6 El instante de tiempo en el cual un nivel de presión acústica de ponderación de tiempo LENTA estará caracterizado por 0,75 segundos antes del tiempo real de lectura.

Nota.— Se requiere la definición de este instante de tiempo para correlacionar el ruido registrado en la posición de la aeronave cuando el ruido fue emitido y para tener en cuenta el tiempo promedio de la ponderación LENTA. Para cada registro de datos de medio segundo, este instante de tiempo puede también ser identificado como 1,25 segundos después del inicio del periodo correspondiente de promedio de 2 segundos.

3.7.7 La resolución de los niveles de presión acústica, presentados y almacenados, será de 0,1 dB o mejor.

3.8 Sistemas de calibración

Se determinará la sensibilidad acústica del sistema de medición mediante un calibrador de sonido que genere un nivel conocido de presión acústica a una frecuencia conocida. El calibrador de sonido se conformará por lo menos a los requisitos de la Clase 1L de CEI 60942⁵ en su forma enmendada.

3.9 Calibración y verificación del sistema

3.9.1 Se realizará la calibración y verificación del sistema de medición y de sus componentes constituyentes a satisfacción de las autoridades encargadas de la certificación por los métodos especificados en 3.9.2 a 3.9.10. Los ajustes de calibración, incluidos los correspondientes a efectos ambientales en el nivel de salida del calibrador de sonido se notificarán a las autoridades encargadas de la certificación y se aplicarán a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador. Los datos recopilados durante una indicación de sobrecarga serán

5. CEI 60942:1997 titulada “Electroacústica — calibradores de sonido”. Pueden obtenerse estas publicaciones CEI de la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue Varembe, Ginebra, Suiza.

inválidos y no serán utilizados. Si la condición de sobrecarga ocurrió durante la grabación, se considerarán los datos de ensayos correspondientes como inválidos, mientras que si la sobrecarga ocurrió durante el análisis, este se repetirá con menor sensibilidad para eliminar la sobrecarga.

3.9.2 La respuesta de frecuencia de campo libre del sistema de micrófonos puede determinarse utilizando un activador electroestático en combinación con los datos del fabricante o mediante ensayos en una instalación de campo libre sin ecos. Se determinará la corrección para respuesta de frecuencia dentro de 90 días de cada serie de ensayos. La corrección para respuesta de frecuencia no uniforme del sistema de micrófonos será notificada a las autoridades encargadas de la certificación y aplicada a los niveles medidos de presión acústica de banda de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.

3.9.3 Cuando los ángulos de incidencia del sonido emitido por la aeronave estén dentro de $\pm 30^\circ$ del ángulo de incidencia tangencial en el micrófono (véase la Figura A2-1), un solo conjunto de correcciones de campo libre basadas en el ángulo de incidencia tangencial se considerarán suficientes para la corrección de efectos de respuesta direccional. En los demás casos se determinará el ángulo de incidencia para cada muestra de medio segundo y se aplicará para la corrección de efectos de incidencia.

3.9.4 En el caso de registradores de cinta magnética analógica, cada carrete de cinta magnética portará por lo menos 30 segundos de ruido aleatorio rosa o de ruido pseudoaleatorio al principio y al fin. Se aceptarán los datos obtenidos de las señales registradas en cinta magnética analógica como fiables solamente si las diferencias de nivel en la banda de un tercio de octava de 10 kHz son de más de 0,75 dB para las señales registradas al principio y al fin.

3.9.5 La respuesta de frecuencia de la totalidad del sistema de medición desplegado en el campo durante la serie de ensayos, excluido el micrófono, se determinará a un nivel dentro de 5 dB del nivel correspondiente al nivel de presión acústica para calibración en la gama de niveles utilizada durante los ensayos para cada frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive, utilizándose el ruido aleatorio rosa o el ruido pseudoaleatorio. La salida del generador de ruido se determinará mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas en un plazo de seis meses de cada serie de ensayos y los cambios admisibles en la salida relativa respecto a la calibración anterior en cada banda de un tercio de octava no serán de más de 0,2 dB. Se notificará la corrección para respuesta de frecuencia a la autoridad encargada de la certificación y se aplicará a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.

3.9.6 La actuación de los atenuadores conmutados en el equipo utilizado durante las mediciones y para la homologación acústica y la calibración se verificarán en un plazo de

seis meses de cada serie de ensayos para asegurar que el error máximo no excede de 0,1 dB.

3.9.7 El nivel de presión acústica producido en la cavidad del acoplador del calibrador de sonido se calculará en las condiciones ambientales de ensayo usándose la información proporcionada por el fabricante acerca del influjo de la presión atmosférica y de la temperatura del aire. Se utilizará el nivel de presión acústica para establecer la sensibilidad acústica del sistema de medición. Se determinará la salida del calibrador de sonido mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas en un plazo de seis meses de cada serie de ensayos, y los cambios admisibles a la salida respecto a la calibración anterior no serán de más de 0,2 dB.

3.9.8 Se efectuará un número suficiente de calibraciones del nivel de presión acústica durante cada día de ensayo para asegurar que se conoce la sensibilidad acústica del sistema de medición en las condiciones ambientales reinantes que correspondan a cada serie de ensayos. El sistema de medición se considerará satisfactorio si no es superior a 0,5 dB la diferencia entre los niveles de sensibilidad acústica registrados inmediatamente antes e inmediatamente después de cada serie de ensayos en determinado día. Se aplica el límite de 0,5 dB después de que se hayan determinado, para el nivel de salida del calibrador, cualesquiera correcciones de la presión atmosférica. La media aritmética de las mediciones antes y después se utilizará para representar el nivel de sensibilidad acústica del sistema de medición correspondiente a esa serie de ensayos. Se notificarán las correcciones de calibración a las autoridades encargadas de la certificación y se aplicarán a los niveles medidos de presión acústica en la banda de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.

3.9.9 Cada medio de grabación tal como carrete, bobina, casete o disquete portará una calibración de nivel de presión acústica por lo menos de 10 segundos de duración al principio y al fin.

3.9.10 La pérdida de campo libre por inserción de la pantalla de ruido, para cada frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive, será determinada con las señales sonoras sinusoidales a ángulos de incidencia adecuados en el micrófono insertado. Para una pantalla del viento que no esté dañada ni contaminada, la pérdida por inserción puede tomarse de los datos del fabricante. Además, la pérdida por inserción de la pantalla de ruido puede determinarse mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas en un plazo de seis meses de cada serie de ensayos y los cambios admisibles en la pérdida de inserción respecto a la calibración anterior en cada banda de frecuencia de un tercio de octava no será de más de 0,4 dB. La corrección para la pérdida por inserción de campo libre de la pantalla de viento se notificará a las autoridades encargadas de la certificación y se aplicará a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.

3.10 Ajustes por el ruido de fondo

3.10.1 Se registrará (por lo menos durante 30 segundos) el ruido de fondo, en los puntos de medición, con la ganancia del sistema puesta a los niveles utilizados para las mediciones del ruido de aeronaves. La muestra de ruido fondo será representativa del ruido que exista durante el recorrido de ensayo. Los datos de ruido de la aeronave registrados se aceptarán solamente si los niveles de ruido de fondo, cuando se analizan del mismo modo y se citan en PNL [véase 4.1.3 a)], están por lo menos a 20 dB por debajo del PNL máximo de la aeronave.

3.10.2 Los niveles de presión acústica de la aeronave dentro de puntos de disminución de 10 dB (véase 4.5.1) excederán del promedio de niveles de ruido de fondo determinado anteriormente por lo menos en 3 dB en cada banda de un tercio de octava o se ajustarán mediante un método similar al descrito en el Apéndice 3 del Doc 9501.

4. CÁLCULO DEL NIVEL EFECTIVO DE RUIDO PERCIBIDO A PARTIR DE LOS DATOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

4.1 Generalidades

4.1.1 El elemento básico en los criterios que rigen para la homologación acústica, será la medida de evaluación del ruido denominada nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, expresada en unidades EPNdB, la cual viene dada por un número evaluador de los efectos subjetivos del ruido de las aeronaves sobre los seres humanos. Dicho sencillamente, el EPNL será el nivel instantáneo del ruido percibido, PNL, corregido para tomar en consideración la duración y las irregularidades espectrales (la corrección, denominada “factor de corrección por tono”, sólo se hace para el tono máximo en cada incremento de tiempo).

4.1.2 Se medirán tres propiedades físicas básicas de la presión acústica: el nivel, la distribución de frecuencias y la variación en función del tiempo. Más concretamente, se requerirá el nivel de presión acústica instantáneo en cada una de las 24 bandas de tercio de octava para 500 ms de incremento de tiempo durante las mediciones del ruido de la aeronave.

4.1.3 El procedimiento de cálculo, que se vale de mediciones físicas del ruido para deducir el EPNL a fin de evaluar la respuesta subjetiva, constará de las cinco operaciones siguientes:

- a) los niveles de presión acústica en las 24 bandas de tercio de octava se convierten por medio de los métodos de la Sección 4.7 en ruidosidad percibida. Primero se combinan los valores n y luego se convierten en niveles instantáneos de ruido percibido $PNL(k)$;

- b) se calcula un factor de corrección por tono, $C(k)$, para cada espectro, a fin de tener en cuenta la reacción subjetiva a la presencia de irregularidades espectrales;
- c) se suma el factor de corrección por tono al nivel del ruido percibido para obtener niveles de ruido percibido corregidos por tono $PNLT(k)$ cada incremento de tiempo de medio segundo:

$$PNLT(k) = PNL(k) + C(k)$$

Se obtienen los valores instantáneos del nivel de ruido percibido corregido por tono y se determina el valor máximo $PNLTM$;

- d) integrando por debajo de la curva que representa el nivel de ruido percibido corregido por tono en función del tiempo, se calcula un factor de corrección por duración D ; y
- e) el nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, se determina mediante la suma algebraica del nivel máximo de ruido percibido corregido por tono y del factor de corrección por duración:

$$EPNL = PNLTM + D.$$

4.2 Nivel de ruido percibido

Los niveles instantáneos de ruido percibido $PNL(k)$, se calcularán a partir de los niveles instantáneos de presión acústica de banda de tercio de octava, $SPL(i,k)$, del modo siguiente:

Operación 1. Conviértase el $SPL(i,k)$ de cada banda de tercio de octava, de 50 a 10 000 Hz, en ruidosidad percibida $n(i,k)$, valiéndose de la Tabla A4-1 (ruidosidad percibida) en el Apéndice 4 del Doc 9501, o de la formulación matemática que figura en la tabla de valores n de la Sección 4.7.

Operación 2. Usando la fórmula que sigue, combínense los valores de ruidosidad percibida $n(i,k)$ hallados en la operación 1:

$$N(k) = n(k) + 0,15 \left\{ \left[\sum_{i=1}^{24} n(i,k) \right] - n(k) \right\}$$

$$= 0,85 n(k) + 0,15 \sum_{i=1}^{24} n(i,k)$$

donde $n(k)$ es el mayor de los 24 valores de $n(i,k)$ y $N(k)$ es la ruidosidad percibida total.

Operación 3. Conviértase la ruidosidad total $N(k)$, en nivel de ruido percibido $PNL(k)$, mediante la fórmula:

$$PNL(k) = 40,0 + \frac{10}{\log 2} \log N(k)$$

Nota.— $PNL(k)$ está representada gráficamente en la Figura A4-1 del Apéndice 4 del Doc 9501.

4.3 Corrección para tener en cuenta irregularidades espectrales

4.3.1 El ruido que tenga marcadas irregularidades espectrales (por ejemplo, los componentes máximos de frecuencia discreta o tonos), se ajustará por medio del factor de corrección $C(k)$, que se calcula como sigue:

Operación 1. Excepto en el caso de los helicópteros que comienzan a 50 Hz (banda número 1), comiencese con el nivel de presión acústica corregido en la banda de tercio de octava de 80 Hz (banda número 3), calcúlense los cambios de nivel de presión acústica (o las “pendientes”) en las demás bandas, como sigue:

$$s(3,k) = \text{sin ningún valor}$$

$$s(4,k) = \text{SPL}(4,k) - \text{SPL}(3,k)$$

•

•

•

$$s(i,k) = \text{SPL}(i,k) - \text{SPL}(i-1,k)$$

•

•

•

$$s(24,k) = \text{SPL}(24,k) - \text{SPL}(23,k)$$

Operación 2. Enciérrase en un círculo el valor de la pendiente, $s(i,k)$, cuando el valor absoluto del cambio de pendiente sea mayor que cinco, es decir:

$$|\Delta s(i,k)| = |s(i,k) - s(i-1,k)| > 5$$

Operación 3.

- Si el valor de la pendiente $s(i,k)$ encerrado en el círculo es positivo y algebraicamente es mayor que la pendiente $s(i-1,k)$, inclúyase en un círculo $\text{SPL}(i,k)$.
- Si el valor de la pendiente $s(i,k)$ encerrado en el círculo es cero o negativo y la pendiente $s(i-1,k)$ es positiva, trácese un círculo alrededor de $\text{SPL}(i-1,k)$.
- En todos los demás casos no se pondrá círculo alguno en los valores de nivel de presión acústica.

Operación 4. Calcúlense nuevos niveles ajustados de presión acústica $\text{SPL}'(i,k)$, como sigue:

- Respecto a los niveles de presión acústica no encerrados en círculos, iguálense los nuevos niveles a los niveles originales: $\text{SPL}'(i,k) = \text{SPL}(i,k)$.
- Por lo que toca a los niveles de presión acústica encerrados en círculos correspondientes a las bandas 1 a 23 inclusive, iguálase el nuevo nivel de presión acústica a la media aritmética de los niveles precedente y subsiguiente:

$$\text{SPL}'(i,k) = \frac{1}{2} [\text{SPL}(i-1,k) + \text{SPL}(i+1,k)]$$

- Si el nivel de presión acústica en la banda de la frecuencia más elevada ($i = 24$) figura dentro de un círculo, el nuevo nivel de presión acústica en esa banda resultará:

$$\text{SPL}'(24,k) = \text{SPL}(23,k) + s(23,k)$$

Operación 5. Procediendo como se indica a continuación, calcúlense las nuevas pendientes $s'(i,k)$, incluyendo una para una banda 25 imaginaria:

$$s'(3,k) = s'(4,k)$$

$$s'(4,k) = \text{SPL}'(4,k) - \text{SPL}'(3,k)$$

•

•

•

$$s'(i,k) = \text{SPL}'(i,k) - \text{SPL}'(i-1,k)$$

•

•

•

$$s'(24,k) = \text{SPL}'(24,k) - \text{SPL}'(23,k)$$

$$s'(25,k) = s'(24,k)$$

Operación 6. Respecto a i calcúlese desde 3 hasta 23 (o desde 1 a 23 para los helicópteros), la media aritmética de las tres pendientes contiguas, como sigue:

$$\bar{s}(i,k) = \frac{1}{3} [s'(i,k) + s'(i+1,k) + s'(i+2,k)]$$

Operación 7. Calcúlense los niveles finales de presión acústica de banda de tercio de octava, $\text{SPL}''(i,k)$, comenzando con la banda número 3 (o banda número 1 para los helicópteros) y procediendo hacia la banda número 24, como sigue:

$$\text{SPL}''(3,k) = \text{SPL}(3,k)$$

$$\text{SPL}''(4,k) = \text{SPL}''(3,k) + \bar{s}(3,k)$$

•

•

•

$$\text{SPL}''(i,k) = \text{SPL}''(i-1,k) + \bar{s}(i-1,k)$$

•

•

•

$$\text{SPL}''(24,k) = \text{SPL}''(23,k) + \bar{s}(23,k)$$

Operación 8. Calcúlense las diferencias $F(i,k)$ entre el nivel de presión acústica original y el nivel final de presión acústica de banda ancha, como sigue:

$$F(i,k) = \text{SPL}(i,k) - \text{SPL}''(i,k)$$

y anótense sólo los valores iguales o mayores a uno y medio.

Operación 9. Sirviéndose de las diferencias de nivel de presión acústica $F(i,k)$ y de la Tabla A2-2, determinense los factores de corrección por tono para cada una de las bandas (3 a 24) de tercio de octava pertinentes.

Operación 10. Désígnese como $C(k)$ el mayor de los factores de corrección por tono determinados en la operación 9. En la Tabla A4-2 del Apéndice 4 del Doc 9501 se encontrará un ejemplo del procedimiento de corrección por tono.

Los niveles de ruido percibido corregidos por tono $PNLT(k)$, se determinarán sumando los valores $C(k)$ a los correspondientes valores $PNL(k)$, es decir:

$$PNLT(k) = PNL(k) + C(k)$$

Si, en alguna banda de tercio de octava de orden i , para cualquier incremento de tiempo de orden k , se sospechase que el factor de corrección por tono es el resultado de algo que no es un tono verdadero, o que proviene de algún fenómeno adicional a tal tono (o de alguna irregularidad espectral distinta del ruido de aeronaves), puede hacerse un análisis adicional usando un filtro que tenga una anchura de banda inferior a un tercio de octava. Si el análisis de banda estrecha confirmase

las sospechas, se determinará un valor revisado para el nivel de presión acústica de banda ancha $SPL'(i,k)$ y se utilizará para calcular un factor de corrección por tono, para la banda de un tercio de octava de que se trate.

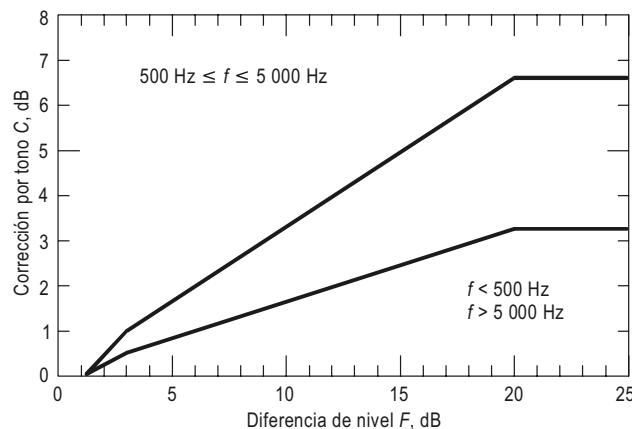
Nota.— Para rechazar correcciones espurias por tono se pueden usar otros métodos, tales como los descritos en el Apéndice 2 del Doc 9501.

4.3.2 Este procedimiento subestimaré el EPNL si un tono importante tuviera una frecuencia tal que se encontrara registrado en dos bandas de tercio de octava adyacentes. Se demostrará de manera satisfactoria para las autoridades encargadas de la homologación:

o bien que esto no ha tenido lugar,

o que, si aconteciera, la corrección por tono se ha llevado al valor que se hubiera tenido si el tono se hubiera registrado totalmente en una sola banda de tercio de octava.

Tabla A2-2. Factores de corrección por tono



Frecuencia f , Hz	Diferencia de nivel F , dB	Corrección por tono C , dB
$50 \leq f < 500$	$1\frac{1}{2}^* \leq F < 3$	$F/3 - \frac{1}{2}$
	$3 \leq F < 20$	$F/6$
	$20 \leq F$	$3\frac{1}{3}$
$500 \leq f \leq 5\,000$	$1\frac{1}{2}^* \leq F < 3$	$2 F/3 - 1$
	$3 \leq F < 20$	$F/3$
	$20 \leq F$	$6\frac{2}{3}$
$5\,000 < f \leq 10\,000$	$1\frac{1}{2}^* \leq F < 3$	$F/3 - 2$
	$3 \leq F < 20$	$F/6$
	$20 \leq F$	$3\frac{1}{3}$

* Véase la operación 8 de 4.3.1.

4.4 Nivel máximo de ruido percibido corregido por tono

4.4.1 Este nivel, que se designa con las siglas PNLTM, será el valor máximo calculado del nivel de ruido percibido corregido por tono $PNLT(k)$. Se calculará de acuerdo con el procedimiento de 4.3. Para obtener una evolución del ruido en función del tiempo que resulte satisfactoria, se harán mediciones a intervalos de 500 ms.

Nota 1.— La Figura A2-2, que muestra claramente el valor máximo, es un ejemplo de la evolución del ruido de sobrevuelo en función del tiempo.

Nota 2.— Si no hay un factor de corrección por tono, PNLTM equivaldría a PNLN.

4.4.2 Una vez obtenido el valor PNLTM, se indica la banda de frecuencias para el factor mayor de corrección por tono respecto a dos muestras de datos en los 500 ms precedentes y a dos en los 500 ms subsiguientes. Esto se hace para averiguar si es posible la supresión del tono en PNLTM compartiendo la banda de tercio de octava de este tono. Si el factor de corrección por tono $C(k)$ correspondiente al PNLTM es menor que el promedio de $C(k)$ para cinco intervalos de tiempo consecutivos se utilizará el promedio de $C(k)$ para calcular el nuevo PNLTM.

4.5 Corrección por duración

4.5.1 El factor de corrección por duración, D , determinado por integración estará definido por la expresión:

$$D = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_{t_1}^{t_2} \text{antilog} \frac{PNLT}{10} dt \right] - PNLTM$$

donde T es una constante de tiempo normalizada, PNLTM es el valor máximo de PNLN, t_1 es el primer punto de tiempo después del cual PNLN excede de $PNLTM - 10$ y t_2 es el punto de tiempo después del cual PNLN permanece constantemente inferior a $PNLTM - 10$.

4.5.2 Como PNLN se calcula a partir de los valores medidos de SPL, por lo general no se dispondrá de ecuación apropiada para expresar PNLN en función del tiempo. En consecuencia, la ecuación anterior se escribirá de nuevo con el signo de suma en vez del de integración, como sigue:

$$D = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \sum_{k=0}^{d/\Delta t} \Delta t \cdot \text{antilog} \frac{PNLT(k)}{10} \right] - PNLTM$$

donde Δt es la duración de los incrementos iguales de tiempo para los cuales se calcula $PNLT(k)$ y d es el intervalo redondeado al 0,5 segundos más próximo durante el cual $PNLT(k)$ permanece superior o igual a $PNLTM - 10$.

4.5.3 Para obtener un historial satisfactorio del nivel de ruido percibido, se usarán:

- intervalos Δt , de medio segundo; o
- un intervalo más corto, con límites y constantes aprobados.

4.5.4 Al calcular D se usarán los siguientes valores para T y Δt , según el procedimiento indicado en 4.5.2:

$$T = 10 \text{ s, y} \\ \Delta t = 0,5 \text{ s}$$

Con dichos valores, la ecuación de D resulta ser

$$D = 10 \log \left[\sum_{k=0}^{2d} \text{antilog} \frac{PNLT(k)}{10} \right] - PNLTM - 13$$

donde d es la duración definida por los puntos correspondientes a los valores PNLTM - 10.

4.5.5 Si en los procedimientos dados en 4.5.2, los límites de PNLTM - 10 se encuentran entre los valores $PNLT(k)$ calculados (que será el caso corriente), los valores de $PNLT(k)$ que definan los límites del intervalo de duración se elegirán de entre los valores de $PNLT(k)$ más próximos a $PNLTM - 10$. En los casos en que exista más de un valor cresta del $PNLT(k)$, se deberán elegir aquellos límites aplicables que produzcan el valor más elevado posible para el tiempo de duración.

4.6 Nivel efectivo de ruido percibido

El efecto subjetivo total del ruido que produce una aeronave, denominado “nivel efectivo de ruido percibido”, EPNL, será igual a la suma algebraica del valor máximo del nivel de ruido percibido corregido por tono, PNLTM, y de la corrección por duración D , es decir:

$$EPNL = PNLTM + D$$

donde PNLTM y D se calculan de acuerdo con los procedimientos indicados en 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5.

4.7 Formulación matemática de las tablas noy

4.7.1 La relación entre el nivel de presión acústica (SPL) y el logaritmo de la ruidosidad percibida se ilustra en la Tabla A2-3 y la Figura A2-3.

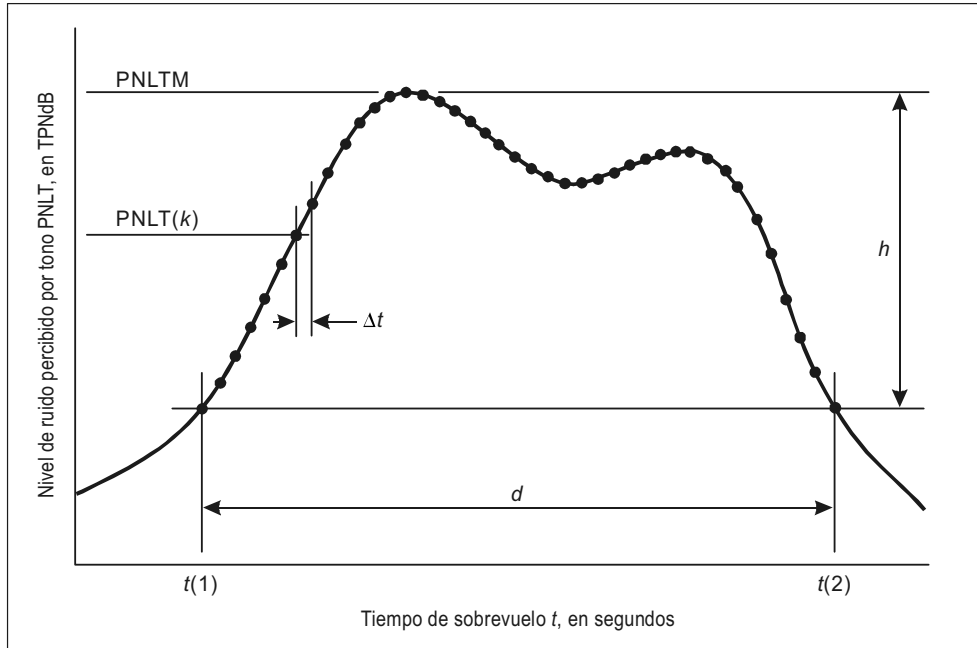


Figura A2-2. Ejemplo del nivel de ruido percibido corregido por tono, en función del tiempo de sobrevuelo del avión

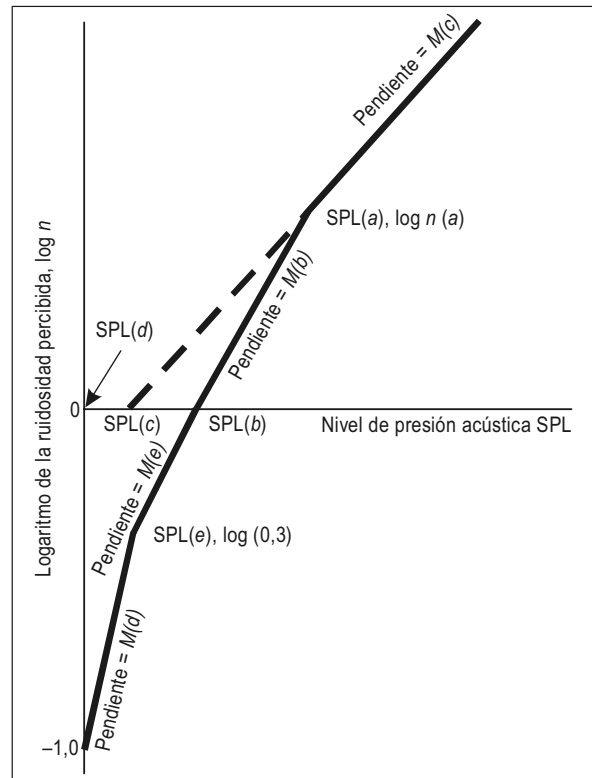


Figura A2-3. Ruidosidad percibida en función del nivel de presión acústica

Tabla A2-3. Constantes para los valores noy en las fórmulas matemáticas

BANDA (i)	f Hz	SPL (a)	SPL (b)	SPL (c)	SPL (d)	SPL (e)	M(b)	M(c)	M(d)	M(e)
1	50	91,0	64	52	49	55	0,043478	↑ 0,030103 ↓	0,079520	0,058098
2	63	85,9	60	51	44	51	0,040570		0,068160	”
3	80	87,3	56	49	39	46	0,036831		”	0,052288
4	100	79,0	53	47	34	42	”		0,059640	0,047534
5	125	79,8	51	46	30	39	0,035336		0,053013	0,043573
6	160	76,0	48	45	27	36	0,033333		↑	”
7	200	74,0	46	43	24	33	”			0,040221
8	250	74,9	44	42	21	30	0,032051			0,037349
9	315	94,6	42	41	18	27	0,030675			0,030103 ↑
10	400	↑ ∞ ↓	40	40	16	25	0,030103	↑ NO TIENE APLICACIÓN ↓	↓	↓
11	500		40	40	16	25	↑			
12	630		40	40	16	25				
13	800		40	40	16	25	↓			
14	1 000		40	40	16	25				
15	1 250		38	38	15	23	0,030103		0,053013	
16	1 600		34	34	12	21	0,029960		0,059640	0,040221
17	2 000		32	32	9	18	↑		0,053013	0,037349
18	2 500		30	30	5	15			”	0,047712
19	3 150		29	29	4	14	↓		0,047712	↑
20	4 000		29	29	5	14			”	
21	5 000		30	30	6	15	↓		0,053013	↓
22	6 300		31	31	10	17			0,029960	
		∞						0,068160	0,037349	
23	8 000	44,3	37	34	17	23	0,042285	”	0,079520	”
24	10 000	50,7	41	37	21	29	”		0,059640	0,043573

4.7.2 Los aspectos importantes de la formulación matemática son los siguientes:

- a) las pendientes de las rectas $[M(b), M(c), M(d) \text{ y } M(e)]$;
- b) las intersecciones $[SPL(b) \text{ y } SPL(c)]$ de las rectas con el eje SPL; y
- c) las coordenadas de los puntos de discontinuidad, $SPL(a) \text{ y } \log n(a)$; $SPL(d) \text{ y } \log n = -1,0$; y $SPL(e) \text{ y } \log n = \log(0,3)$.

4.7.3 Las ecuaciones son las siguientes:

- a) $SPL \geq SPL(a)$
 $n = \text{antilog} \{M(c) [SPL - SPL(c)]\}$
- b) $SPL(b) \leq SPL < SPL(a)$
 $n = \text{antilog} \{M(b) [SPL - SPL(b)]\}$
- c) $SPL(e) \leq SPL < SPL(b)$
 $n = 0,3 \text{ antilog}_{10} \{M(e) [SPL - SPL(e)]\}$
- d) $SPL(d) \leq SPL < SPL(e)$
 $n = 0,1 \text{ antilog} \{M(d) [SPL - SPL(d)]\}$

4.7.4 En la Tabla A2-3 figuran los valores de las constantes necesarias para calcular la ruidosidad percibida en función del nivel de presión acústica.

5. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LAS AUTORIDADES ENCARGADAS DE LA HOMOLOGACIÓN

5.1 Generalidades

5.1.1 Los datos que representan mediciones físicas o correcciones de datos medidos se registrarán de manera permanente y se anexarán al expediente.

5.1.2 Todas las correcciones serán aprobadas por las autoridades encargadas de la homologación en especial las correcciones de mediciones que se refieran a desviaciones en la actuación del equipo.

5.1.3 Se notificarán, cuando se requiera, los cálculos de los distintos errores inherentes a cada una de las operaciones realizadas para obtener los datos definitivos.

5.2 Notificación de datos

5.2.1 Los niveles de presión acústica medidos y corregidos, se presentarán en forma de niveles de banda de tercio de octava obtenidos por medio de equipo que satisfaga las normas indicadas en la Sección 3 de este apéndice.

5.2.2 Se notificará el tipo de equipo usado para medir y analizar los datos acústicos en relación con la performance y los datos meteorológicos.

5.2.3 Se notificarán los siguientes datos atmosféricos ambientales, medidos inmediatamente antes, después o durante cada ensayo, en los puntos de observación prescritos en la Sección 2 de este apéndice:

- a) la temperatura del aire y la humedad relativa;
- b) las velocidades máxima, mínima y media del viento; y
- c) la presión atmosférica.

5.2.4 Se notificarán comentarios sobre la topografía local, la vegetación y fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

5.2.5 Se dará la siguiente información:

- a) tipo, modelo y números de serie (si los hubiere) de la aeronave, de los motores, de las hélices o de los rotores (según corresponda);
- b) las dimensiones totales de la aeronave y ubicación de los motores y de los rotores (si corresponde);
- c) la masa total de la aeronave para cada pasada de ensayo y los límites del centro de gravedad para cada serie de pasadas de ensayo;
- d) la configuración de la aeronave p. ej., las posiciones de los flaps, de los frenos aerodinámicos y del tren de aterrizaje y los ángulos de paso de las hélices (si corresponde);
- e) si los grupos auxiliares de energía (APU) están en funcionamiento;
- f) la condición de los dispositivos de purga de aire del motor y de las tomas de potencia del motor;
- g) la velocidad aerodinámica indicada en kilómetros por hora (nudos);
- h) 1) *para aviones de reacción*: la performance de los motores, indicando empuje neto, relación de presiones, temperatura de los gases de escape y las velocidades de rotación del árbol de la soplante o del compresor, determinadas mediante los instrumentos del avión, y según los datos del fabricante;
- 2) *para aviones propulsados por hélice*: la performance de los motores, indicando potencia al freno y empuje residual o potencia equivalente en el árbol o por motor, y velocidad de rotación de la hélice, determinadas mediante los instrumentos del avión, y según los datos del fabricante; y

- 3) *para helicópteros*: la performance de los motores y la velocidad de los rotores en rpm durante cada demostración;
- i) la trayectoria de vuelo de la aeronave y la velocidad con respecto al suelo durante cada demostración; y
- j) cualquier modificación o equipo no normalizado que pudiese afectar las características de ruido de la aeronave y aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

5.3 Notificación de las condiciones de referencia para la homologación acústica

Los datos de posición y performance de la aeronave, como también las mediciones de ruido, se ajustarán a las condiciones de referencia establecidas para la homologación acústica que se especifican en el capítulo pertinente de la Parte II, notificándose esas condiciones, junto con los parámetros, procedimientos y configuraciones de referencia.

5.4 Validez de los resultados

5.4.1 De los resultados de los ensayos se deducirán y notificarán tres valores medios de EPNL de referencia y sus límites de confianza del 90%, siendo cada valor la media aritmética de las mediciones acústicas corregidas referentes a las pasadas válidas de los ensayos en el punto de medición apropiado (despegue, aproximación y línea lateral, o sobrevuelo en el caso de los helicópteros). Si se usara más de un sistema de medición acústica en cualquiera de los emplazamientos de medición, los resultados de cada pasada de ensayo se promediarán para que constituyan una sola medición.

En el caso de los helicópteros, deberían promediarse los resultados de los ensayos con tres micrófonos en cada vuelo, para que constituyan una sola medición. El cálculo se efectuará mediante:

- a) el cálculo de la media aritmética para cada fase de vuelo con los valores de cada punto donde haya micrófono de referencia;
- b) el cálculo de la media aritmética general para cada condición de referencia apropiada (despegue, sobrevuelo, aproximación) con los valores de a) y los límites de confianza de 90% que corresponden.

Nota.— En el caso de los helicópteros solamente se considerará como válido un vuelo si se efectúan mediciones simultáneas en los tres lugares de medición del ruido.

5.4.2 El tamaño mínimo de muestra aceptable para cada uno de los tres puntos de medición en la homologación de los aviones y para cada conjunto de tres micrófonos en la de los helicópteros será seis. Las muestras serán lo suficientemente amplias como para establecer estadísticamente, para cada uno de los tres niveles de homologación acústica, un límite de confianza del 90% que no exceda de $\pm 1,5$ EPNdB. Del proceso de promediación no se omitirá ningún resultado de ensayo, a menos que lo especifiquen de otro modo las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— En el Apéndice 1 del Doc 9501 se proporcionan métodos de cálculo del intervalo de confianza del 90%.

5.4.3 Los valores medios de EPNL, obtenidos mediante el proceso precedente, se usarán para evaluar la performance de la aeronave en relación con el ruido, comparándolos con los criterios de homologación acústica.

6. NOMENCLATURA: SÍMBOLOS Y UNIDADES

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
antilog	—	Antilogaritmo de base 10.
$C(k)$	dB	Corrección por tono. El factor que ha de sumarse al PNL(k) para tener en cuenta la presencia de irregularidades espectrales tales como tonos en el k -ésimo incremento de tiempo.
d	s	Duración. La longitud del ruido significativo en función del tiempo, correspondiente al intervalo de tiempo entre los límites $t(1)$ y $t(2)$, redondeado al 0,5 segundos más próximo.
D	dB	Corrección por duración. El factor que ha de sumarse al PNLTM para tener en cuenta la duración del ruido.
EPNL	EPNdB	Nivel efectivo de ruido percibido. El valor de PNL ajustado, tanto para tener en cuenta las irregularidades espectrales como la duración del ruido. (Se usa la unidad EPNdB en vez de la unidad dB.)
$f(i)$	Hz	Frecuencia. La frecuencia media geométrica de la banda de tercio de octava de orden i .

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
$F(i,k)$	dB	<i>Delta-dB</i> . La diferencia entre el nivel de presión acústica original y el nivel final de presión acústica de banda ancha, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
h	dB	<i>dB sustractivo</i> . El nivel que al restarse del PNLTM define la duración del ruido.
H	%	<i>Humedad relativa</i> . La humedad atmosférica relativa ambiente.
i	—	<i>Índice de banda de frecuencia</i> . Indicador numérico que denota una cualquiera de las 24 bandas de tercio de octava, con frecuencias medias geométricas desde 50 hasta 10 000 Hz.
k	—	<i>Índice de incremento de tiempo</i> . Indicador numérico que denota el número de incrementos iguales de tiempo, que han transcurrido desde la referencia cero.
$\log$	—	<i>Logaritmo de base 10</i> .
$\log n(a)$	—	<i>Coordenada de discontinuidad de noy</i> . El valor de $\log n$ del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
$M(b), M(c)$, etc.	—	<i>Pendiente inversa de noy</i> . Los valores inversos de las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
n	noy	<i>Ruidosidad percibida</i> . La ruidosidad percibida en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
$n(i,k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida</i> . La ruidosidad percibida en el instante de orden k , que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i .
$n(k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida máxima</i> . El valor máximo de todos los 24 valores de $n(i)$ que ocurren en el instante de orden k .
$N(k)$	noy	<i>Ruidosidad percibida total</i> . La ruidosidad percibida total en el instante de orden k , calculada de los 24 valores instantáneos de $n(i,k)$.
$p(b), p(c)$, etc.	—	<i>Pendiente de noy</i> . Las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
PNL	PNdB	<i>Nivel de ruido percibido</i> . El nivel de ruido percibido en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNL(k)	PNdB	<i>Nivel de ruido percibido</i> . El nivel de ruido percibido calculado de los 24 valores de SPL(i,k), para el incremento de tiempo de orden k . (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLM	PNdB	<i>Nivel máximo de ruido percibido</i> . El valor máximo de PNL(k). (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLT	TPNdB	<i>Nivel de ruido percibido corregido por tono</i> . El valor de PNL ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB.)
PNLT(k)	TPNdB	<i>Nivel de ruido percibido corregido por tono</i> . El valor de PNL(k) ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en el incremento de tiempo de orden k . (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB.)
PNLTM	TPNdB	<i>Nivel máximo de ruido percibido corregido por tono</i> . El valor máximo de PNLT(k). (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB.)
PNLT _r	TPNdB	<i>Nivel de ruido percibido corregido por tono</i> , ajustado a las condiciones de referencia.
$s(i,k)$	dB	<i>Pendiente del nivel de presión acústica</i> . El cambio de nivel entre niveles adyacentes de presión acústica de banda de tercio de octava, para la banda de orden i y para el instante de orden k .
$\Delta s(i,k)$	dB	<i>Cambio de pendiente del nivel de presión acústica</i> .

<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
$s'(i,k)$	dB	<i>Pendiente corregida del nivel de presión acústica.</i> El cambio de nivel entre niveles ajustados y adyacentes de presión acústica, de banda de tercio de octava, para la banda de orden i y para el instante de orden k .
$\bar{s}(i,k)$	dB	<i>Pendiente media del nivel de presión acústica.</i>
SPL	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
SPL(a)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Coordenada de discontinuidad de noy.</i> El valor SPL del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
SPL(b) SPL(c)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Ordenadas de noy en el origen.</i> Las intersecciones con el eje SPL de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$.
SPL(i,k)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica en el instante de orden k que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i .
SPL'(i,k)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel de presión acústica ajustado.</i> La primera aproximación al nivel de presión acústica de banda ancha, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
SPL(i)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel máximo de presión acústica.</i> El nivel de presión acústica que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i del espectro para PNLTm.
SPL(i) _r	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel máximo de presión acústica corregido.</i> El nivel de presión acústica que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i del espectro para PNLTm corregido por la absorción atmosférica del sonido.
SPL''(i,k)	dB ref. 20 μ Pa	<i>Nivel final de presión acústica de banda ancha.</i> La segunda y definitiva aproximación al nivel de presión acústica de banda ancha, en la banda de tercio de octava de orden i y para el instante de orden k .
t	s	<i>Tiempo transcurrido.</i> La longitud de tiempo medida a partir de la referencia cero.
$t(1), t(2)$	s	<i>Límite de tiempo.</i> El comienzo y el final del historial del ruido significativo, definido por h .
Δt	s	<i>Incremento de tiempo.</i> La serie de incrementos de tiempo de igual magnitud, para los cuales se calculan PNL(k) y PNLT(k).
T	s	<i>Constante de tiempo para normalización.</i> La longitud de tiempo usada como referencia en el método de integración para calcular las correcciones por duración, en donde $T = 10$ s.
$t(^{\circ}\text{C})$	$^{\circ}\text{C}$	<i>Temperatura.</i> La temperatura atmosférica ambiente.
$\alpha(i)$	dB/100 m	<i>Absorción atmosférica de ensayo.</i> La atenuación atmosférica del sonido que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i para la temperatura atmosférica y la humedad relativa medidas.
$\alpha(i)_o$	dB/100 m	<i>Absorción atmosférica de referencia.</i> La atenuación atmosférica del sonido que ocurre en la banda de tercio de octava de orden i para la temperatura atmosférica y la humedad relativa de referencia.
A_1	grados	<i>Ángulo del primer ascenso constante*.</i>
A_2	grados	<i>Ángulo del segundo ascenso constante**.</i>
δ ε	grados grados	<i>Ángulos de reducción de empuje.</i> Los ángulos que definen los puntos de la trayectoria de despegue, en los cuales se inicia y se termina, respectivamente, la reducción de empuje.
η	grados	<i>Ángulo de aproximación.</i>
η_r	grados	<i>Ángulo de aproximación de referencia.</i>
θ	grados	<i>Ángulo de ruido (con relación a la trayectoria de vuelo).</i> El ángulo entre la trayectoria de vuelo y la trayectoria del ruido. Es idéntico para ambas trayectorias de vuelo, la medida y la corregida.

Símbolo	Unidad	Significado
ψ	grados	Ángulo de ruido (con relación al suelo). Ángulo que forman las trayectorias del ruido y el suelo. Este ángulo se identifica para las trayectorias de vuelo medida y corregida.
μ	grados	Parámetro de emisión de ruido del motor. (Véase 9.3.4.)
Δ_1	EPNdB	Corrección PNLT. Corrección que ha de sumarse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a diferencias en la absorción atmosférica y en la longitud de la trayectoria del ruido entre las condiciones de referencia y las de ensayo.
Δ_2	EPNdB	Ajuste de la corrección por duración. Ajuste que ha de hacerse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a la duración del ruido, entre las condiciones de referencia y las del ensayo.
Δ_3	EPNdB	Ajuste del ruido en la fuente. Ajuste que ha de hacerse al EPNL calculado a partir de los datos medidos, para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido, debidos a diferencias entre el régimen del motor de referencia y el régimen del motor de ensayo.

* Tren replegado, velocidad de por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), empuje de despegue.

** Tren replegado, velocidad de por lo menos $V_2 + 19$ km/h ($V_2 + 10$ kt), después de la reducción de empuje.

7. ATENUACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE

7.1 La atenuación atmosférica del sonido se determinará de conformidad con el procedimiento que se indica a continuación.

7.2 La relación entre la atenuación del sonido, la frecuencia, la temperatura y la humedad, se expresa con las ecuaciones siguientes:

$$\alpha(i) = 10^{[2,05 \log(f_o/1000) + 1,1394 \times 10^{-3} \theta - 1,916984]} + \eta(\delta) \times 10^{[\log(f_o) + 8,42994 \times 10^{-3} \theta - 2,755624]}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1010}{f_o}} 10^{(\log H - 1,328924 + 3,179768 \times 10^{-2} \theta)}$$

$$\times 10^{(-2,173716 \times 10^{-4} \theta^2 + 1,7496 \times 10^{-6} \theta^3)}$$

en las que:

$\eta(\delta)$ se obtiene de la Tabla A2-4 y f_o de la Tabla A2-5;

$\alpha(i)$ es el coeficiente de atenuación en dB/100 m;

θ es la temperatura en grados Celsius; y

H es la humedad relativa expresada como porcentaje.

7.3 Las ecuaciones que figuran en 7.2 se prestan al cálculo con computadora.

8. AJUSTES DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN VUELO DE LOS HELICÓPTEROS

8.1 Generalidades

8.1.1 Los ajustes de los datos de ruido medidos se efectuarán aplicando los métodos de esta sección. Para que el ensayo sea aceptable, es necesario que se satisfagan las condiciones de ensayo enumeradas en el Capítulo 8, 8.7.5. Se incorporarán los ajustes correspondientes a las diferencias entre el procedimiento de ensayo y el procedimiento de vuelo de referencia, y se tendrán en cuenta las diferencias respecto a lo siguiente:

- la trayectoria de vuelo y la velocidad relativa al punto de referencia de la trayectoria de vuelo del helicóptero;
- la atenuación del sonido en el aire; y
- en el caso de sobrevuelo, los parámetros que influyen en el mecanismo de producción del ruido, tales como los descritos en 8.5.

8.1.2 Los ajustes de los datos de ruido medidos se efectuarán de conformidad con los métodos indicados en 8.3 y 8.4 respecto a diferencias en los siguientes:

- la atenuación del ruido a lo largo de su trayectoria por aplicación de la ley de la inversa de los cuadrados y por atenuación atmosférica;

- b) la duración del ruido en función de la distancia y de la velocidad de la aeronave relativas al punto de referencia de la trayectoria de vuelo; y
- c) el procedimiento de ajuste descrito en esta sección se aplicará a los micrófonos laterales para los ruidos de despegue, de sobrevuelo y de aproximación. A pesar de que el ruido depende mucho del diagrama de directividad, que varía de un tipo de helicóptero a otro, el ángulo θ de propagación, definido en el Apéndice 2, 9.3.2, Figura A2-11, será el mismo para la trayectoria de ensayo que para la de vuelo de referencia. El ángulo ψ de elevación no se someterá a las limitaciones indicadas en la Nota 3 del Apéndice 2, 9.3.2, pero se tiene que calcular y notificar. Las autoridades encargadas de la homologación especificarán los límites aceptables de ψ . Las correcciones de los datos obtenidos, cuando se excedan esos límites, se aplicarán utilizando los procedimientos aprobados por dichas autoridades. En el caso particular de la medición del ruido lateral, la propagación del sonido resulta afectada no sólo por la ley de la inversa de los cuadrados y la atenuación atmosférica, sino también por los efectos de absorción y reflexión de terreno que dependerá principalmente del ángulo ψ .

Nota 1.— El Capítulo 8, 8.7.5 de la Parte II impone límites a los ajustes máximos que puedan aplicarse entre los procedimientos y condiciones de vuelo de ensayo y de referencia.

Nota 2.— En los ensayos pueden ajustarse los niveles de ruido a las condiciones de referencia mediante los métodos especificados en esta sección, a reserva de que estén de acuerdo las autoridades encargadas de la homologación. Las correcciones se obtienen a base de una serie de curvas correspondientes a cada procedimiento de referencia que enlazan el momento en que se emitió el PNLTm con parámetros pertinentes. Las curvas de sensibilidad proporcionan variaciones de los niveles de ruido en función del parámetro respecto al que sea necesaria una corrección.

8.2 Perfiles de vuelo

Nota.— Los perfiles de vuelo en las condiciones de ensayo se determinan según su geometría con relación al suelo y también por la velocidad correspondiente del helicóptero.

8.2.1 Perfil de despegue

Nota 1.— En la Figura A2-4 se representan perfiles típicos de ensayo y de referencia.

- a) Durante los ensayos reales, el helicóptero se estabiliza inicialmente en vuelo horizontal a la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso V_y en el punto A y se continúa hasta el punto B, en el que se

aplica la potencia de despegue y se inicia el ascenso en régimen estabilizado. Se mantendrá el ascenso en régimen estabilizado durante el tiempo de atenuación de 10 dB y más allá hasta el extremo de la trayectoria de vuelo de homologación (punto F).

- b) El punto K_1 es el punto de referencia de la trayectoria de despegue y NK_1 es la distancia entre el inicio del ascenso en régimen estabilizado y el punto de referencia de la trayectoria de despegue. Los puntos K_1' y K_1'' son los puntos de medición del ruido asociados, situados en la perpendicular a la derrota de despegue TM y a una distancia indicada de TM.
- c) La distancia TM es aquella respecto a la cual se mide la posición del helicóptero en sincronización con las mediciones del ruido (véase 2.3.2 de este apéndice).

Nota 2.— La posición del punto B puede variar dentro de los límites permitidos por las autoridades encargadas de la homologación.

8.2.2 Perfil de sobrevuelo

Nota.— En la Figura A2-5 se ilustra un perfil típico de sobrevuelo.

- a) El helicóptero se estabiliza en vuelo horizontal en el punto D y pasa por el punto W, en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de vuelo hasta el punto E, que señala el fin de la trayectoria de sobrevuelo para la homologación.
- b) El punto K_2 es el punto de referencia de la trayectoria de sobrevuelo y K_2W es la altura del helicóptero en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de sobrevuelo. Los puntos K_2' y K_2'' son los puntos de medición del ruido asociados, situados en la perpendicular a la derrota de sobrevuelo RS y a una distancia indicada de RS.
- c) La distancia RS es aquella respecto a la cual se mide la posición del helicóptero en sincronización con las mediciones del ruido (véase 2.3.2 de este apéndice).

8.2.3 Perfil de aproximación

Nota.— En la Figura A2-6 se ilustra un perfil de aproximación típico.

- a) El helicóptero se estabiliza primeramente en el ángulo indicado de la trayectoria de aproximación en el punto G y pasa por los puntos H e I para llegar finalmente al punto de toma de contacto.

Tabla A2-4. Valores de $\eta(\delta)$

δ	$\eta(\delta)$	δ	$\eta(\delta)$
0,00	0,000	2,50	0,450
0,25	0,315	2,80	0,400
0,50	0,700	3,00	0,370
0,60	0,840	3,30	0,330
0,70	0,930	3,60	0,300
0,80	0,975	4,15	0,260
0,90	0,996	4,45	0,245
1,00	1,000	4,80	0,230
1,10	0,970	5,25	0,220
1,20	0,900	5,70	0,210
1,30	0,840	6,05	0,205
1,50	0,750	6,50	0,200
1,70	0,670	7,00	0,200
2,00	0,570	10,00	0,200
2,30	0,495		

Cuando sea necesario, utilícese un término de interpolación cuadrática.

Tabla A2-5. Valor de f_o

<i>Frecuencia central de la banda de 1/3 de octava (Hz)</i>	<i>f_o (Hz)</i>	<i>Frecuencia central de la banda de 1/3 de octava (Hz)</i>	<i>f_o (Hz)</i>
50	50	800	800
63	63	1 000	1 000
80	80	1 250	1 250
100	100	1 600	1 600
125	125	2 000	2 000
160	160	2 500	2 500
200	200	3 150	3 150
250	250	4 000	4 000
315	315	5 000	4 500
400	400	6 300	5 600
500	500	8 000	7 100
630	630	10 000	9 000

- b) El punto K_3 es el punto de referencia de la trayectoria de aproximación y K_3H es la altura del helicóptero en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de aproximación. Los puntos K_3' y K_3'' son los puntos de medición del ruido asociados situados en una perpendicular a la derrota de aproximación PU y a una distancia indicada de PU.
- c) La distancia PU es aquella respecto a la cual se mide la posición del helicóptero en sincronización con las mediciones del ruido (véase 2.3.2 de este apéndice).

8.3 Ajustes del PNL y del PNLT

Nota.— En la Figura A2-7 se indican las partes de las trayectorias del vuelo de ensayo y de referencia que son pertinentes para calcular el EPNL en las mediciones del ruido de despegue, de sobrevuelo y de aproximación.

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida y X_rY_r la de la trayectoria de vuelo de referencia correspondiente.
- b) Q representa la posición del helicóptero en la trayectoria de vuelo medida en la que se emitió el ruido y se observó como PNLTM en el punto de medición del ruido K. Q_r es la posición correspondiente en la trayectoria de vuelo de referencia, K_r es el punto de medición de referencia. QK y Q_rK_r son, respectivamente, las trayectorias de propagación del ruido de medición y del de referencia. Q_r se determina admitiendo por hipótesis que QK y Q_rK_r forman el mismo ángulo θ con sus trayectorias de vuelo respectivas.

8.3.1 Los niveles de bandas de tercio de octava $SPL(i)$ que comprenden PNL (el PNL en el momento de PNLTM observado en K), se ajustarán a los niveles de referencia $SPL(i)_r$, del modo siguiente:

$$SPL(i)_r = SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] QK \\ + 0,01 \alpha(i)_o (QK - Q_rK_r) \\ + 20 \log (QK/Q_rK_r)$$

En esta expresión:

- el término $0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] QK$ es un ajuste para tener en cuenta la variación del coeficiente de atenuación del sonido, siendo $\alpha(i)$ y $\alpha(i)_o$ los coeficientes de absorción atmosférica en las condiciones de ensayo y de referencia, respectivamente, obtenidos de la Sección 7 de este apéndice;
- el término $0,01 \alpha(i)_o (QK - Q_rK_r)$ es un ajuste para tener en cuenta el influjo en la atenuación del sonido de las diferencias de longitud de la trayectoria del ruido;

- el término $20 \log (QK/Q_rK_r)$ es un ajuste para tener en cuenta las diferencias de longitud de la trayectoria del ruido según la ley de la inversa de los cuadrados;
- QK y Q_rK_r se miden en metros y $\alpha(i)$ y $\alpha(i)_o$ en dB/100 m.

8.3.2 Los valores corregidos $SPL(i)_r$ se convertirán en $PNLT_r$, y se calcula un término de corrección del modo siguiente:

$$\Delta_1 = PNLT_r - PNLTM$$

8.3.3 Δ_1 se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

8.3.4 Si, durante un vuelo de ensayo, se observan valores de cresta de PNLT que se encuentren a menos de 2 dB del PNLTM, se aplicará el procedimiento definido en 8.3.1, 8.3.2 y 8.3.3 a cada valor de cresta y se sumará a cada cresta el término de ajuste así calculado para obtener los correspondientes valores de cresta ajustados del PNLT. Si alguno de estos valores de cresta excediera del que corresponde al instante del PNLTM, se sumará el valor máximo de ese excedente como ajuste complementario al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

8.4 Ajustes de la corrección por duración

8.4.1 Cuando las trayectorias de vuelo medidas o las velocidades respecto al suelo en las condiciones de ensayo difieran de las trayectorias de vuelo de referencia o de las velocidades respecto al suelo en las condiciones de referencia, los ajustes por duración se aplicarán a los valores de EPNL calculados a partir de los datos medidos. Estos ajustes se calcularán en la forma descrita a continuación.

8.4.2 En lo que respecta a la trayectoria de vuelo de la Figura A2-7, el término de ajuste se calculará del modo siguiente:

$$\Delta_2 = -7,5 \log (QK/Q_rK_r) + 10 \log (V/V_r)$$

que representa el ajuste que se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

8.5 Corrección del ruido en la fuente

Para el sobrevuelo, si cualquier combinación de los tres factores siguientes:

- a) desviaciones de la velocidad aerodinámica respecto a la de referencia;
- b) desviaciones de la velocidad de giro del rotor respecto a la de referencia;

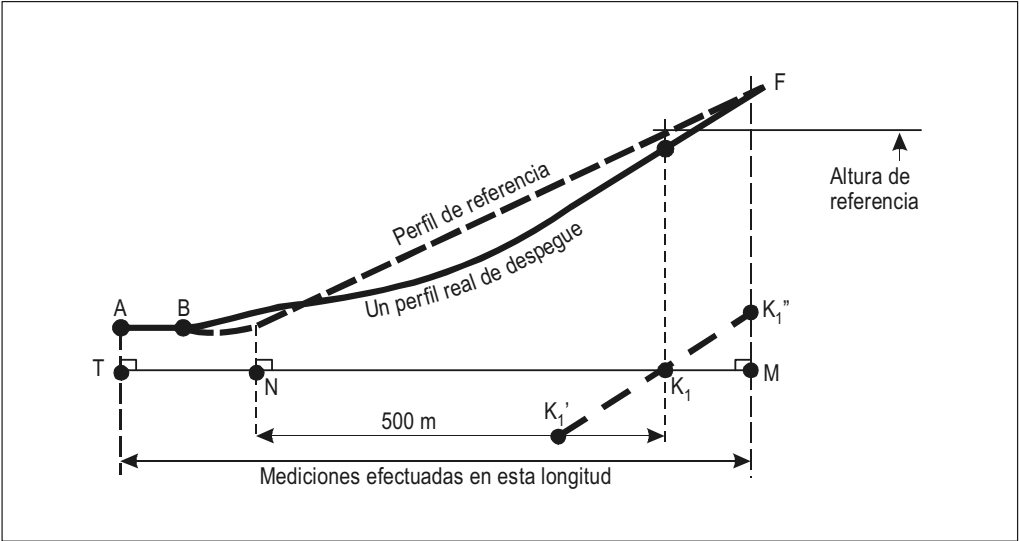


Figura A2-4. Perfiles típicos de ensayo y de referencia

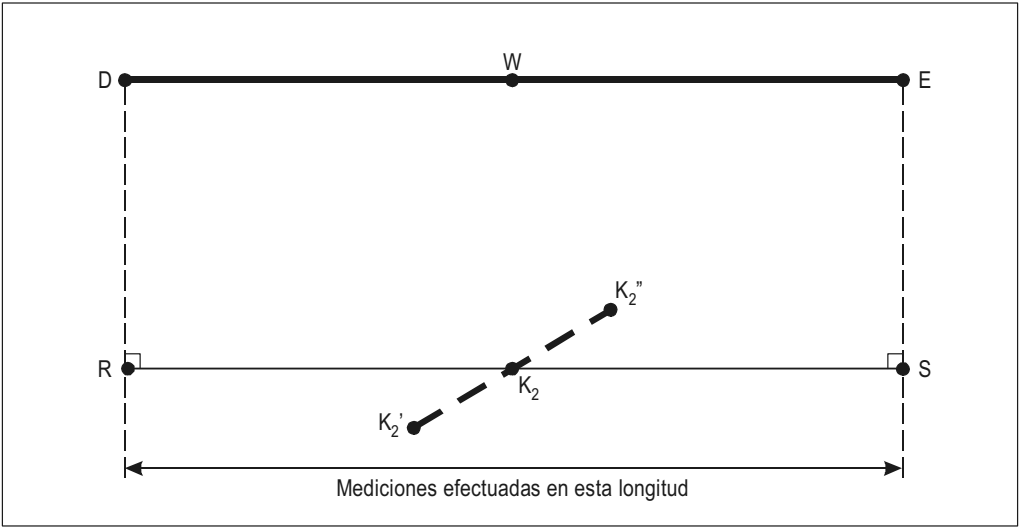


Figura A2-5. Perfil típico de sobrevuelo

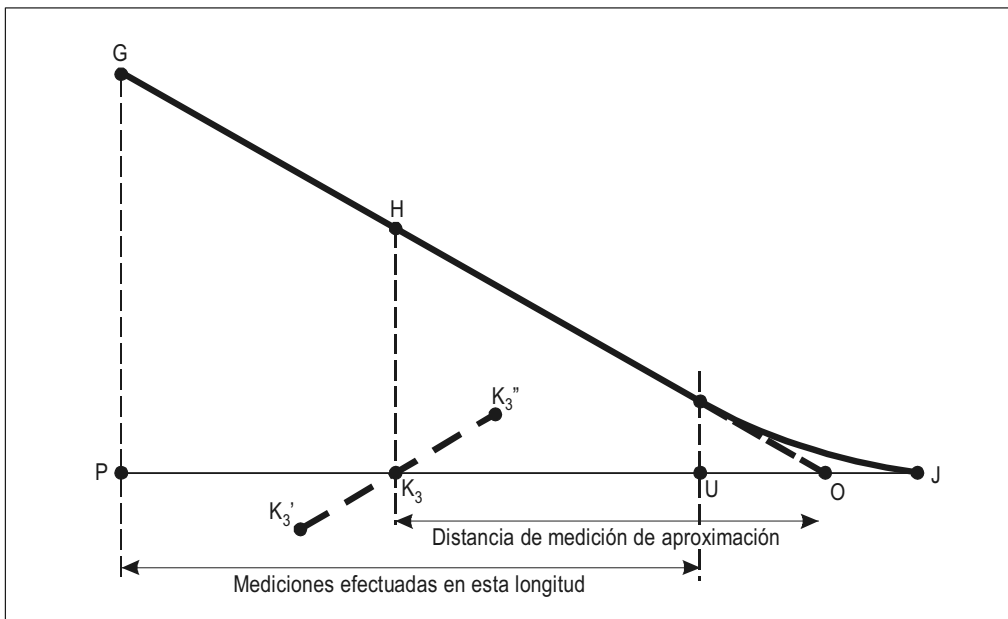


Figura A2-6. Perfil típico de aproximación

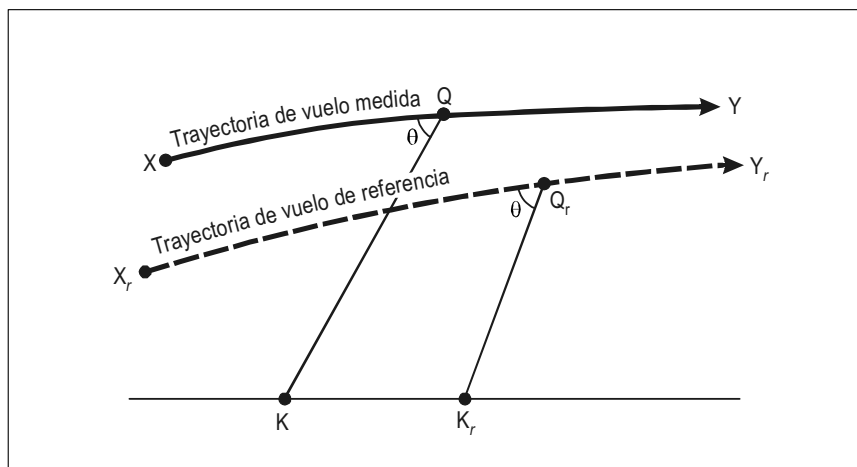


Figura A2-7. Características del perfil que influyen en el nivel acústico

- c) desviaciones de la temperatura respecto a la de referencia;

diera como resultado un parámetro convenido de correlación del ruido cuyo valor fuera distinto al valor de referencia de este parámetro, se determinarán los ajustes del ruido en la fuente a base de datos del fabricante que hayan sido aprobados por las autoridades encargadas de la homologación. Esta corrección debería normalmente efectuarse utilizando una curva de sensibilidad del PNLTM en función del número de Mach en el extremo de la pala que avanza; no obstante, la corrección puede efectuarse a base de otro parámetro o parámetros que hayan aprobado las autoridades encargadas de la homologación.

Nota 1.— Si es imposible obtener el valor del número de Mach en el extremo de la pala que avanza, o el parámetro convenido de correlación del ruido de referencia, está permitido extrapolar los valores de la curva de sensibilidad, a condición de que los datos abarquen una gama de valores de los parámetros de correlación de ruido, entre las condiciones de ensayo y las de referencia, convenidos con las autoridades encargadas de la homologación. El número de Mach en el extremo de la pala que avanza o el parámetro convenido de correlación de ruido se calculará a base de los datos medidos. Se obtendrá una curva por separado de cada ruido en la fuente en función del número de Mach en el extremo de la pala que avanza o en función de otro parámetro convenido de correlación de ruido respecto a cada uno de los tres emplazamientos de micrófono para la homologación, en el eje, al lado izquierdo y al lado derecho, que han sido definidos en relación con el sentido de vuelo para cada uno de los vuelos de ensayo.

Nota 2.— Cuando se utilice el número de Mach en el extremo de la pala que avanza, éste debería calcularse a base de la velocidad aerodinámica verdadera, de la temperatura exterior del aire medida a bordo (OAT) y de la velocidad de giro del rotor.

8.6 Puntos de identificación y parámetros de la trayectoria de vuelo

8.6.1 Generalidades

Posición/ parámetro	Descripción
K	Punto de medición del ruido.
K _r	Punto de medición de referencia.
V	Velocidad de ensayo del helicóptero respecto al suelo.
V _r	Velocidad de referencia del helicóptero respecto al suelo.
V _H	Velocidad máxima en vuelo horizontal con una potencia que no exceda de la potencia máxima continua.

Posición/ parámetro	Descripción
V _{NE}	Velocidad que no puede excederse.
V _y	Velocidad correspondiente al régimen de ascenso óptimo.

8.6.2 Despegue (véase la Figura A2-4)

Posición	Descripción
A	Comienzo de la trayectoria de despegue para la homologación.
B	Comienzo de la transición al ascenso.
F	Fin de la trayectoria de despegue para la homologación.
K ₁	Punto de referencia de la trayectoria de despegue.
K ₁ ', K ₁ ''	Puntos de medición del ruido asociados (en el dispositivo con tres micrófonos).
M	Fin de la derrota de despegue para la homologación.
N	Punto del suelo en la vertical del comienzo de la transición al ascenso.
T	Comienzo de la derrota de despegue para la homologación, punto del suelo en la vertical de A.

8.6.3 Sobrevuelo (véase la Figura A2-5)

Posición	Descripción
D	Comienzo de la trayectoria de sobrevuelo para la homologación.
E	Fin de la trayectoria de sobrevuelo para la homologación.
K ₂	Punto de referencia de la trayectoria de sobrevuelo.
K ₂ ', K ₂ ''	Puntos de medición del ruido asociados (en el dispositivo con tres micrófonos).
R	Comienzo de la derrota de sobrevuelo para la homologación.
S	Fin de la derrota de sobrevuelo para la homologación.

8.6.4 Aproximación (véase la Figura 2-6)

Posición	Descripción
G	Comienzo de la trayectoria de aproximación para la homologación.
H	Punto de la trayectoria de aproximación en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de aproximación.
I	Fin de la trayectoria de aproximación para la homologación.

Posición	Descripción
J	Punto de toma de contacto.
K ₃	Punto de referencia de la trayectoria de aproximación.
K ₃ ', K ₃ ''	Puntos de medición del ruido asociados (en el dispositivo con tres micrófonos).
O	Intersección de la trayectoria de aproximación con el plano del suelo.
P	Comienzo de la derrota de aproximación para la homologación.
U	Punto del suelo en la vertical del inicio del enderezamiento.

8.7 Distancias de la trayectoria de vuelo

Distancia	Unidad	Significado
NK ₁	metros	<i>Distancia de medición de despegue.</i> Distancia entre el comienzo de la transición al ascenso y el punto de referencia de la trayectoria de despegue.
TM	metros	<i>Distancia de la derrota de despegue.</i> Distancia respecto a la cual debe registrarse la posición del helicóptero.
K ₂ W	metros (pies)	<i>Altura de sobrevuelo del helicóptero.</i> Altura del helicóptero por encima del punto de referencia de sobrevuelo.
RS	metros	<i>Distancia de la derrota de sobrevuelo.</i> Distancia respecto a la cual debe registrarse la posición del helicóptero.
K ₃ H	metros (pies)	<i>Altura de aproximación del helicóptero.</i> Altura del helicóptero por encima del punto de referencia de aproximación.
OK ₃	metros	<i>Distancia de medición de aproximación.</i> Distancia entre la intersección de la trayectoria de aproximación y el plano del suelo y el punto de referencia de la trayectoria de aproximación.
PU	metros	<i>Distancia de la derrota de aproximación.</i> Distancia respecto a la cual debe registrarse la posición del helicóptero.
QK	metros	<i>Trayectoria de ruido medida.</i> Distancia entre la posición Q medida del helicóptero y el punto de medición del ruido K.
Q _r K _r	metros	<i>Trayectoria de ruido de referencia.</i> Distancia entre la posición Q _r del helicóptero y el punto de medición de referencia K _r .

9. AJUSTES DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN VUELO DE LOS AVIONES

9.1 Cuando para la homologación acústica las condiciones de ensayo no sean idénticas a las de referencia, deberán

ajustarse debidamente los datos del ruido medido, siguiendo el método de esta sección.

Nota.— Las diferencias entre las condiciones de ensayo y las de referencia pueden causar diferencias en lo siguiente:

- trayectoria de vuelo y velocidad del avión relativas al punto de medición;*
- atenuación del sonido en el aire;*
- parámetros que influyen en el mecanismo de producción del ruido del motor.*

9.1.1 Se ajustarán los valores medidos del ruido según uno de los métodos descritos en 9.3 y 9.4, para diferencias en:

- la atenuación del ruido a lo largo de su trayectoria, en función de la ley de la “inversa de los cuadrados” y de la atenuación atmosférica;
- la duración del ruido, en función de la distancia y de la velocidad del avión relativas al punto de medición;
- el ruido en la fuente emitido por el motor, en función de los parámetros pertinentes;
- el ruido procedente del avión/motor cuando sea alterado por grandes diferencias entre la velocidad aerodinámica de ensayo y la de referencia. Al margen del efecto que tenga sobre la duración, los efectos de la velocidad aerodinámica en los componentes que originan el ruido pueden también llegar a ser notables y hay que considerarlos; en el caso de las configuraciones ordinarias de avión, cuando las diferencias entre la velocidad aerodinámica de ensayo y la de referencia excedan en 28 km/h (15 kt) a la velocidad aerodinámica verdadera, se emplearán los datos de ensayo o los análisis aprobados por la autoridad homologadora para cuantificar los efectos del ajuste de la velocidad aerodinámica en los niveles resultantes de homologación acústica.

9.1.2 El método “integrado” descrito en 9.4, se utilizará en los sobrevuelos o aproximaciones en las condiciones siguientes:

- cuando el valor del ajuste (empleando el método “simplificado”) sea superior a 8 dB en el sobrevuelo, o a 4 dB en la aproximación; o
- cuando el valor resultante final del EPNL en el sobrevuelo o la aproximación (empleando el método “simplificado”) se sitúe en 1 dB o menos de los niveles límites de ruido prescritos en la Parte II, Capítulo 3, 3.4.

Nota.— Véase también la Parte II, Capítulo 3, 3.7.6.

9.2 Perfiles de vuelo

Nota.— Los perfiles de vuelo en las condiciones de ensayo, e igualmente en las condiciones de referencia, están descritos por su geometría con respecto al suelo, junto con la velocidad correspondiente del avión con respecto al suelo, y los parámetros de control relacionados con los motores empleados para determinar la emisión de ruido del avión.

9.2.1 Perfil de despegue

Nota.— En la Figura A2-8 se ilustra un perfil típico de despegue.

- a) El avión empieza el recorrido de despegue en el punto A, se separa del suelo en el punto B, e inicia el primer ascenso con ángulo constante en el punto C. Cuando se aplica la disminución del empuje o de la potencia (como corresponda), este proceso comienza en el punto D y termina en el punto E. El avión comienza entonces un segundo ascenso con ángulo constante hasta el punto F, fin de la trayectoria de despegue para la homologación acústica.
- b) El punto K_1 representa la estación de medición del ruido de despegue y AK_1 es la distancia entre el inicio del recorrido de despegue y el punto de medición del ruido de sobrevuelo. El punto K_2 corresponde a la estación de medición del ruido lateral, situada en una línea paralela al eje de pista y a la distancia perpendicular especificada respecto del mismo, donde es mayor el nivel de ruido de despegue.
- c) La distancia AF es aquella respecto a la cual se mide la posición del avión en sincronización con las mediciones del ruido (véase 2.3.2 de este apéndice).

9.2.2 Perfil de aproximación

Nota.— En la Figura A2-9 se ilustra un perfil típico de aproximación:

- a) El avión comienza su trayectoria de aproximación para la homologación en el punto G y toma contacto con la pista en el punto J y a la distancia OJ del umbral.
- b) El punto K_3 representa la estación de medición del ruido de aproximación y K_3O es la distancia del punto de medición del ruido de aproximación al umbral.
- c) La distancia GI es aquella respecto a la cual se mide la posición del avión en sincronización con las mediciones del ruido (véase 2.3.2 de este apéndice).

Para las mediciones durante la aproximación, el punto de referencia del avión será la antena del ILS.

9.3 Método “simplificado” de ajustes

9.3.1 Generalidades

Nota.— El método “simplificado” de ajustes consiste en aplicar los correspondientes al EPNL calculado a base de los datos medidos, para tener en cuenta las diferencias entre las condiciones medidas y las de referencia en el momento del PNLT.

9.3.2 Ajustes al PNL y al PNLT

Nota 1.— En la Figura A2-10 se indican las partes de las trayectorias de vuelo de ensayo y de referencia que son pertinentes para calcular el EPNL, en las mediciones del ruido de sobrevuelo y en las del de aproximación.

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida y X_rY_r la de la trayectoria de vuelo de referencia correspondiente.
- b) Q representa la posición del avión en la trayectoria de vuelo medida en la que se emitió el ruido, y se observó como PNLT en la estación de medición del ruido K. Q_r es la posición correspondiente en la trayectoria de vuelo de referencia y K_r es la estación de medición de referencia. QK y Q_rK_r son las trayectorias de propagación del ruido de medición y del de referencia, respectivamente; Q_r se determina admitiendo por hipótesis que QK y Q_rK_r forman el mismo ángulo θ con sus trayectorias de vuelo respectivas.

Nota 2.— En la Figura A2-11 a) y b) se indican las partes de la trayectoria de vuelo de ensayo y de la trayectoria de vuelo de referencia que son pertinentes para calcular el EPNL en las mediciones del ruido lateral.

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida [Figura A2-11 a)], y X_rY_r la de la trayectoria de vuelo de referencia correspondiente [Figura A2-11 b)].
- b) Q representa la posición del avión en la trayectoria de vuelo medida en que se emitió el ruido, y se observó como PNLT en la estación de medición del ruido K. Q_r es la posición correspondiente en la trayectoria de vuelo de referencia, y K_r es la estación de medición de referencia. QK y Q_rK_r son las trayectorias de propagación del ruido de medición y del de referencia, respectivamente. En este caso, K_r se indica únicamente en una línea lateral particular; en consecuencia, K_r y Q_r se determinan partiendo de las hipótesis de que QK y Q_rK_r :

- 1) forman el mismo ángulo θ con sus trayectorias de vuelo respectivas; y

2) forman el mismo ángulo ψ con el suelo.

Nota 3.— En el caso particular de medición del ruido lateral, la propagación del ruido se ve afectada no sólo por la ley de la inversa de los cuadrados y por la atenuación atmosférica, sino también por la absorción del suelo y por la reflexión que dependen principalmente del ángulo ψ .

9.3.2.1 Los niveles de banda de tercio de octava $SPL(i)$ que comprenden PNL (el PNL en el momento de PNLT_M observado en K), se ajustarán a los niveles de referencia $SPL(i)_r$ del modo siguiente:

$$SPL(i)_r = SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] QK \\ + 0,01 \alpha(i)_o (QK - Q_r K_r) \\ + 20 \log (QK/Q_r K_r)$$

En esta expresión:

- el término $0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] QK$ es un ajuste para tener en cuenta la variación del coeficiente de atenuación del sonido, siendo $\alpha(i)$ y $\alpha(i)_o$ los coeficientes de absorción atmosférica en las condiciones de ensayo y de referencia respectivamente, obtenidos de la Sección 7;
- el término $0,01 \alpha(i)_o (QK - Q_r K_r)$ es un ajuste para tener en cuenta el influjo en la atenuación del sonido de la diferencia de longitud de la trayectoria del ruido;
- el término $20 \log (QK/Q_r K_r)$ es un ajuste para tener en cuenta las diferencias de longitud de la trayectoria del ruido según la ley de la inversa de los cuadrados;
- QK y $Q_r K_r$ se miden en metros y $\alpha(i)$ y $\alpha(i)_o$ en dB/100 m.

9.3.2.1.1 Los valores corregidos $SPL(i)_r$ se convertirán en PNLT_r, y se calculará un término de corrección del modo siguiente:

$$\Delta_1 = PNLT_r - PNLT_M$$

9.3.2.1.2 Δ_1 se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.3.2.2 Si durante un vuelo de ensayo se observan valores de cresta de PNLT que se encuentren a menos de 2 dB del PNLT_M, se aplicará el procedimiento definido en 9.3.2.1 a cada valor de cresta y se sumará a cada cresta el término de ajuste calculado según 9.3.2.1 para obtener los correspondientes valores de cresta ajustados de PNLT. Si algunos de estos valores de cresta excedieran del que corresponde al instante del PNLT_M, se sumará el valor máximo de este excedente como ajuste complementario al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.3.3 Ajustes de la corrección por duración

9.3.3.1 Cuando las trayectorias de vuelo medidas o las velocidades respecto al suelo en las condiciones de ensayo difieran de las trayectorias de vuelo de referencia, o de las velocidades respecto al suelo en las condiciones de referencia, los ajustes por duración se aplicarán a los valores de EPNL calculados a partir de los datos medidos. Esos ajustes se calcularán en la forma descrita a continuación.

9.3.3.2 En lo que respecta a la trayectoria de vuelo de la Figura A2-10, el término de ajuste se calculará del modo siguiente:

$$\Delta_2 = -7,5 \log (QK/Q_r K_r) + 10 \log (V/V_r)$$

que representa el ajuste que se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos.

9.3.4 Ajustes del ruido en la fuente

9.3.4.1 Se aplicará el ajuste del ruido en la fuente para tener en cuenta las diferencias entre los parámetros que influyen sobre el ruido medido de los motores en los ensayos en vuelo para la homologación y los que se calculan o indican en las condiciones de referencia. El ajuste se determina a partir de los datos suministrados por el fabricante y aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— Se presentan datos característicos en la Figura A2-12 que muestra una curva del EPNL en función del parámetro μ de control del motor, los datos EPNL se han ajustado a las demás condiciones aplicables de referencia (masa, velocidad y altitud del avión, temperatura del aire) y para tener en cuenta las diferencias de ruido para cada valor de μ entre el motor instalado y el motor según las normas del Manual de vuelo. Se necesitan estos datos en torno a los valores de μ utilizados para las mediciones de los ruidos lateral, de sobrevuelo y de aproximación.

9.3.4.2 El término de ajuste Δ_3 se obtendrá sustrayendo el valor EPNL correspondiente al parámetro μ , del valor EPNL correspondiente al parámetro μ_r , y se añadirá algebraicamente al valor EPNL calculado a partir de los datos medidos.

Nota.— Véase la Figura A2-12 en la cual μ es el valor del parámetro de control del motor en las condiciones de ensayo en vuelo y μ_r es el valor correspondiente en las condiciones de referencia.

9.3.5 Ajustes de simetría

Para el ruido lateral se llevará a cabo un ajuste de simetría (véase la Parte II, Capítulo 3, 3.3.2.2) del modo siguiente:

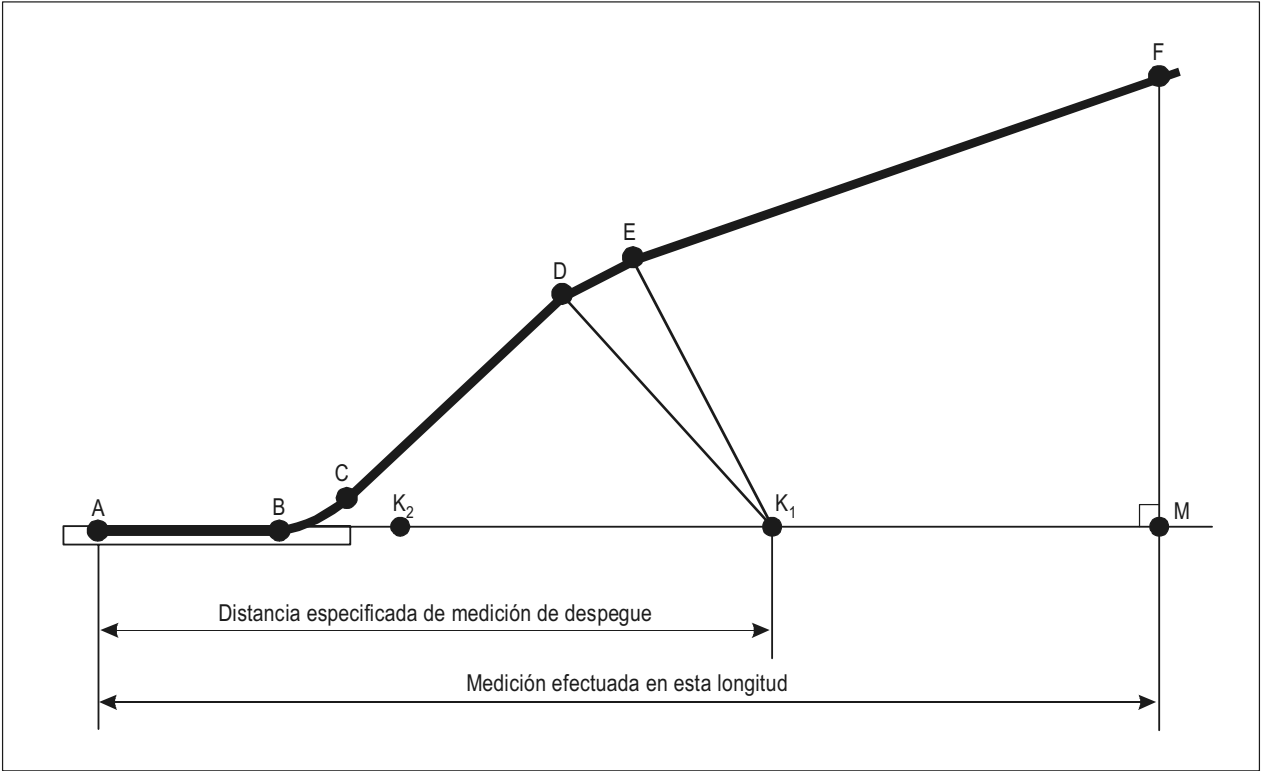


Figura A2-8. Perfil típico de despegue

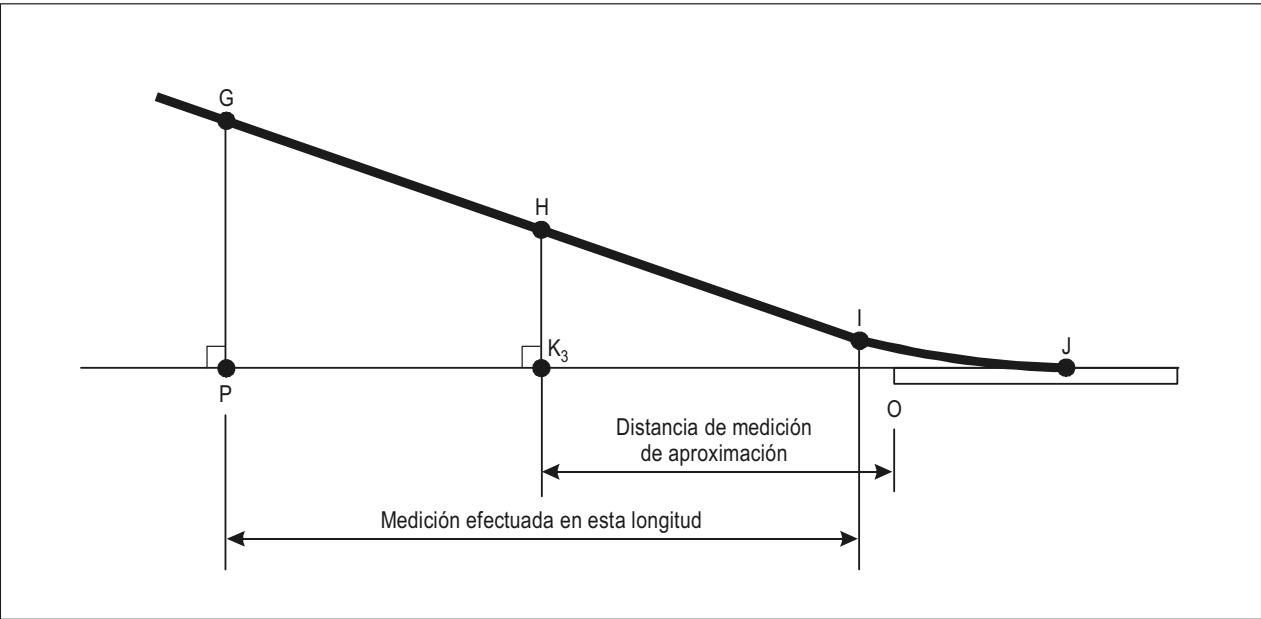


Figura A2-9. Perfil típico de aproximación

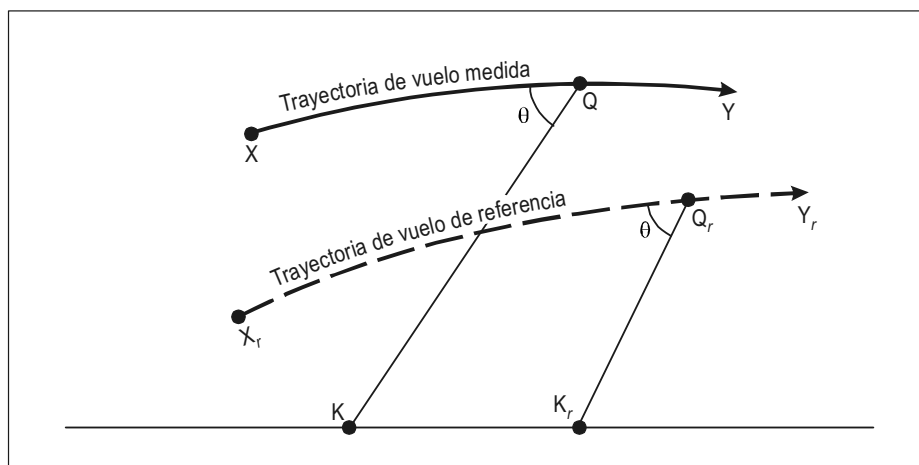


Figura A2-10. Características del perfil que influyen en el nivel acústico

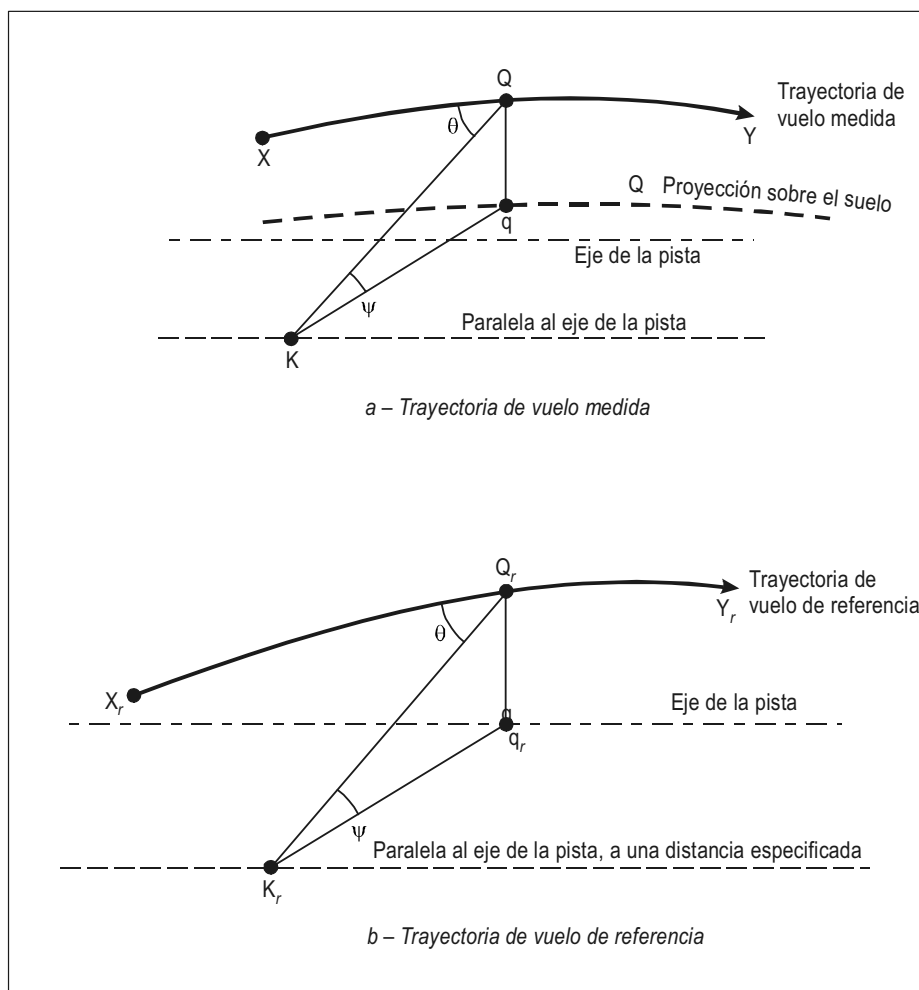


Figura A2-11. Medición lateral — determinación de la estación de referencia

- a) si el punto de medición simétrica se halla opuesto al punto en el que se obtiene el mayor nivel de ruido en la línea principal de medición lateral, el nivel de ruido para la homologación será la media (aritmética) de los niveles de ruido medidos en estos dos puntos [véase la Figura A2-13 a)];
- b) de no ser así, se supondrá que la variación de ruido en función de la altitud del avión es la misma a ambos lados (es decir, que hay una diferencia constante entre las líneas de ruido en función de la altitud a ambos lados [véase la Figura A2-13 b)]. El nivel de ruido para la homologación será entonces el valor máximo de la media entre estas líneas.

9.4 Método de ajuste “integrado”

9.4.1 Generalidades

Nota.— El método de ajuste “integrado” consiste en un nuevo cálculo de los puntos de variación en el tiempo del PNLT para condiciones de referencia que corresponden a los puntos de medición obtenidos durante los ensayos y calculando directamente el EPNL para la nueva variación en el tiempo que se haya obtenido de este modo. A continuación se describen los principios más destacados.

9.4.2 Cálculos del PNLT

Nota 1.— En la Figura A2-14 se ilustran los tramos de trayectoria de vuelo de ensayo y el perfil de referencia que son significativos para el cálculo del EPNL en las mediciones del ruido de sobrevuelo, a plena potencia, y de aproximación.

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida y $X_r Y_r$ la parte útil correspondiente de la trayectoria de vuelo de referencia.
- b) Los puntos Q_0 , Q_1 , Q_n representan las posiciones del avión en la trayectoria de vuelo medida en los instantes t_0 , t_1 , t_n respectivamente. Consideramos el punto Q_1 en el cual se emitió el ruido y se observó en la estación K como tercio de octava $SPL(i)_1$ en el instante t_1 . El punto Q_{r1} representa la posición correspondiente a la trayectoria de vuelo de referencia en el instante t_{r1} para el ruido percibido como $SPL(i)_{r1}$ en la estación de medición de referencia K_r . $Q_1 K$ y $Q_{r1} K_r$ son, respectivamente las trayectorias de propagación del ruido en las condiciones de medición y de referencia que forman en cada caso el ángulo θ_1 con las trayectorias de vuelo respectivas. Q_{r0} y Q_{rn} son, de modo similar, los puntos de trayectoria de vuelo de referencia correspondientes a Q_0 y Q_n de la trayectoria de vuelo medida. Q_0 y Q_n se seleccionan de modo que entre Q_{r0} y Q_{rn} figuren todos los valores del PNLT_r (calculados y descritos a

continuación) que sean inferiores en menos de 10 dB al valor de cresta.

Nota 2.— Los tramos de la trayectoria de vuelo de ensayo y el perfil de referencia que son significativos para el cálculo del EPNL se ilustran en la Figura A2-15 a) y b) para las mediciones de ruido lateral.

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida y $X_r Y_r$ la parte útil correspondiente de la trayectoria de vuelo de referencia.
- b) Los puntos Q_0 , Q_1 , Q_n representan las posiciones del avión en la trayectoria de vuelo medida en los instantes t_0 , t_1 y t_n respectivamente. Consideramos el punto Q_1 en el cual se emitió el ruido y se observó en la estación K de medición de referencia como tercio de octava $SPL(i)_1$ en el instante t_1 . El punto Q_{r1} representa la posición correspondiente a la trayectoria de vuelo de referencia en el instante t_{r1} para el ruido percibido como $SPL(i)_{r1}$ en la estación de medición K_r . $Q_1 K$ y $Q_{r1} K_r$ son respectivamente las trayectorias de propagación del ruido en las condiciones de medición y de referencia. Q_{r0} y Q_{rn} son de modo similar, los puntos de la trayectoria de vuelo de referencia correspondientes a Q_0 y Q_n de la trayectoria de vuelo medida. Q_0 y Q_n se seleccionan de modo que entre Q_{r0} y Q_{rn} figuren todos los valores del PNLT (calculados y descritos a continuación) que difieran en menos de 10 dB del valor de cresta. En este caso, K_r se especifica solamente como si estuviera en una línea lateral particular. La posición de K_r y Q_{r1} se determina a partir de la hipótesis de que:
 - 1) $Q_1 K$ y $Q_{r1} K_r$ formen el mismo ángulo θ_1 con sus respectivas trayectorias de vuelo en todos los instantes t_1 ; y
 - 2) las diferencias entre los ángulos ψ_1 y ψ_{r1} se reduzcan al mínimo durante la parte pertinente de la evolución en función del tiempo mediante un método aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

Nota 3.— En el caso particular de la medición del ruido lateral, la propagación del sonido resulta afectada no sólo por la ley de la inversa de los cuadrados y por la atenuación atmosférica, sino que por los efectos de absorción y reflexión del terreno que dependen principalmente del ángulo ψ . Por razones de geometría, generalmente no es posible elegir K_r de modo que se satisfaga la condición de 1) y al mismo tiempo ψ_1 y ψ_{r1} se mantengan iguales en todos los instantes t_1 .

Nota 4.— El momento t_{r1} es posterior (en el caso en que $Q_{r1} K_r > Q_1 K$) al momento t_1 y la diferencia entre ambos estriba en:

- a) el tiempo que ha tomado el avión para cubrir la distancia $Q_{r1} Q_{r0}$ a la velocidad V_r menos el tiempo tomado para $Q_1 Q_0$ a la velocidad V ;

- b) el tiempo transcurrido para que el sonido cubra la distancia $Q_{r1}K_r - Q_1K$.

Nota 5.— Cuando se aplique reducción de empuje o de potencia, se efectuarán mediciones en las trayectorias de vuelo de ensayo y de referencia con pleno empuje o plena potencia y con empuje o potencia reducidos. En los puntos en que la región transitoria entre esos factores repercute sobre el resultado final, debe efectuarse una interpolación siguiendo un método aprobado tal como el que se describe en el Doc 9501, Capítulo 2, 2.2.1.

9.4.2.1 Los valores medidos de $SPL(i)_1$, etc., se ajustarán a los valores de referencia $SPL(i)_{r1}$, etc., para tener en cuenta las diferencias entre las longitudes de trayectoria de ruido medida y de referencia y, entre las condiciones atmosféricas medidas y de referencia, siguiendo los métodos de 9.3.2.1 de este apéndice. Se calcularán los valores correspondientes de PNL_{r1} .

9.4.2.2 Para cada valor de PNL_{r1} , se determinará una corrección por tono C_1 mediante un análisis de los valores de referencia $SPL(i)_r$, etc., siguiendo los métodos de 4.3 de este apéndice y se sumará a PNL_{r1} para obtener el $PNLT_{r1}$.

9.4.3 Corrección por duración

Los valores de $PNLT_r$ correspondientes a los de $PNLT$ en cada intervalo de medio segundo, se registran en función del tiempo ($PNLT_{r1}$ en el momento t_{r1} , etc.). A continuación se determina la corrección por duración siguiendo el método de 4.5.1 de este apéndice, para obtener el $EPNL_r$.

9.4.4 Corrección del ruido en la fuente

Finalmente, se determina una corrección del ruido en la fuente Δ_3 siguiendo los métodos de 9.3.4 de este apéndice.

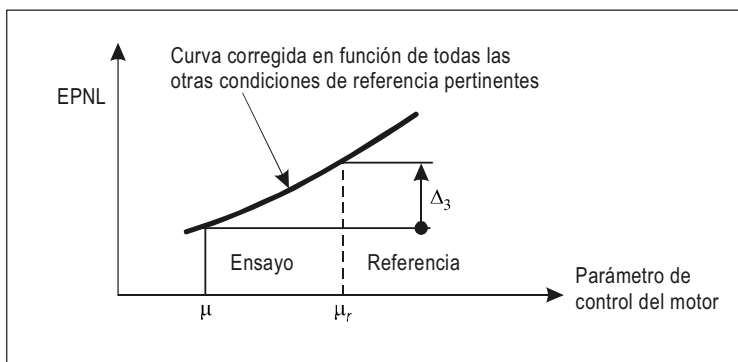


Figura A2-12. Corrección del ruido en función del empuje

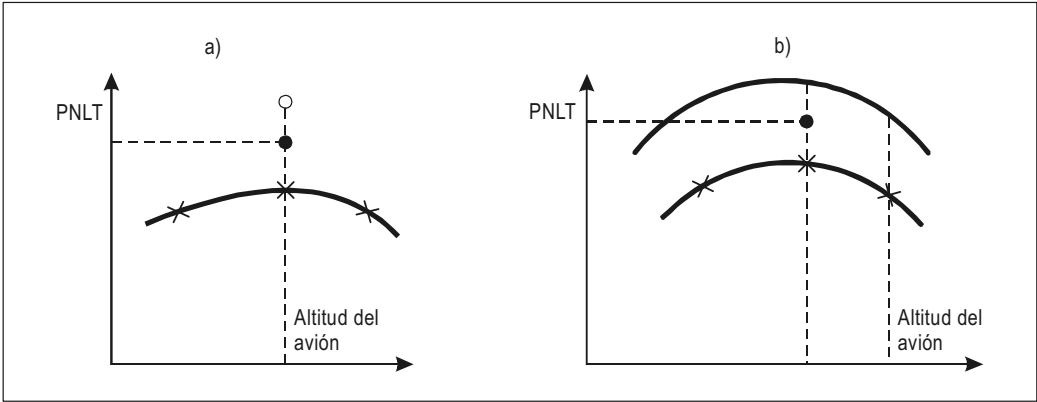


Figura A2-13. Corrección de simetría

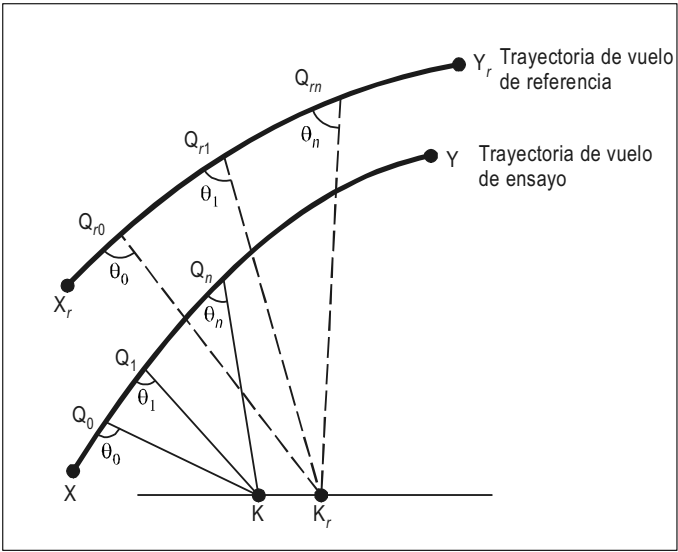


Figura A2-14. La relación entre las trayectorias de vuelo medida y de referencia para aplicar el método integrado de ajuste

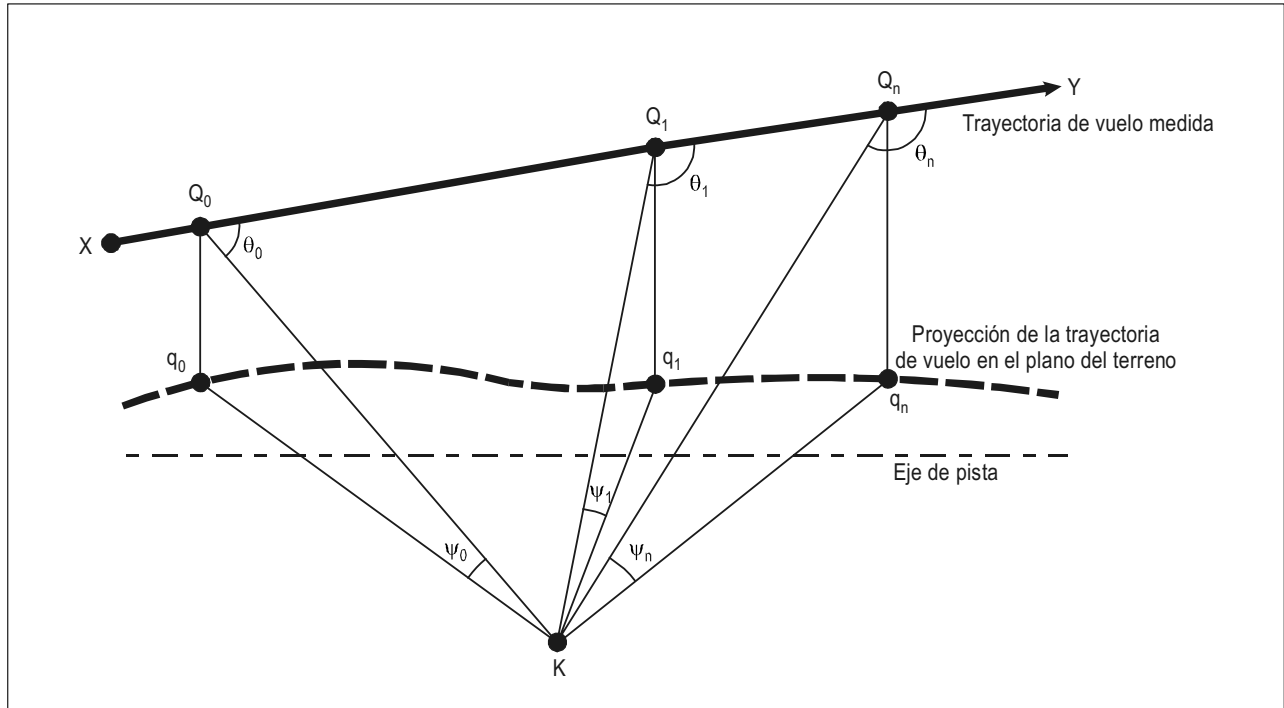


Figura A2-15 a). Trayectoria de vuelo medida

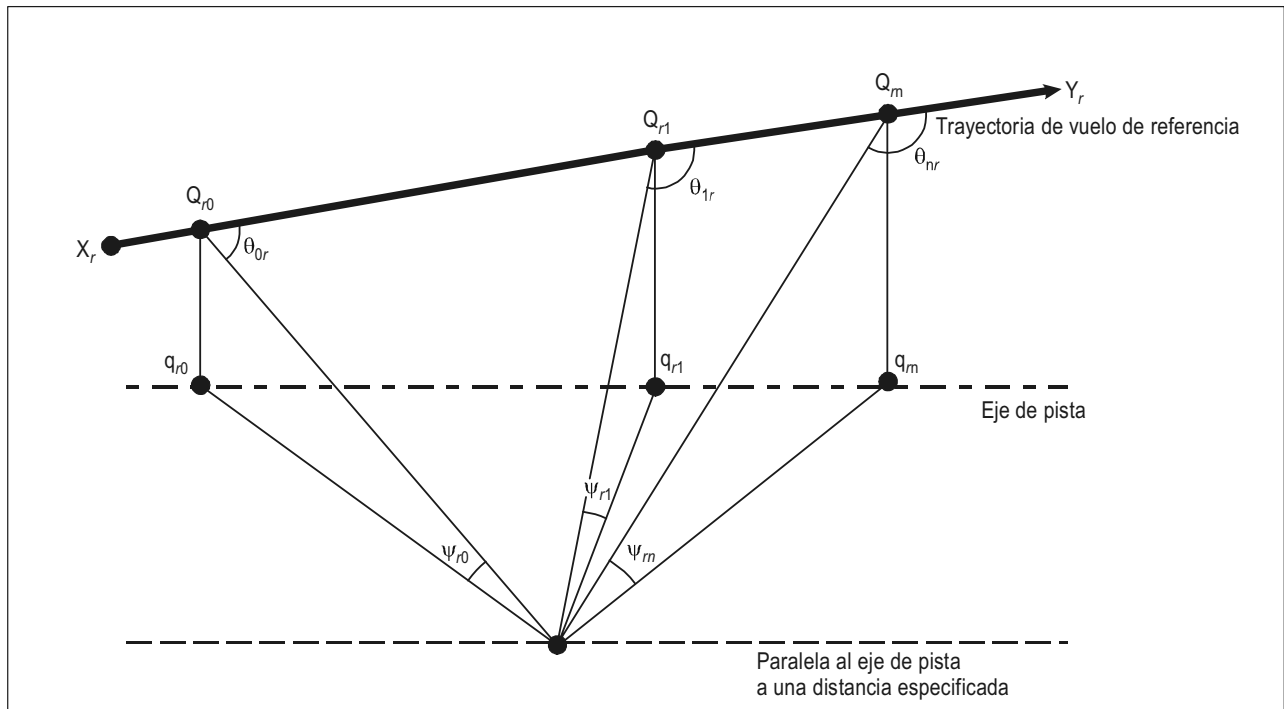


Figura A2-15 b). Trayectoria de vuelo de referencia

9.5 Puntos de identificación de la trayectoria de vuelo

Posición	Descripción
A	Comienzo del recorrido de despegue.
B	Punto de despegue.
C	Comienzo del primer ascenso constante.
D	Comienzo de la reducción de empuje.
E	Comienzo del segundo ascenso constante.
F	Final de la trayectoria de aproximación para la homologación.
G	Comienzo de la trayectoria de aproximación para la homologación.
H	Punto sobre la trayectoria de aproximación en la vertical de la estación de medición del ruido.
I	Comienzo del enderezamiento.
J	Punto de toma de contacto.
K	Punto de medición del ruido.
K _r	Punto de medición de referencia.
K ₁	Punto de medición del ruido de sobrevuelo.
K ₂	Punto de medición del ruido lateral.
K ₃	Punto de medición del ruido de aproximación.
M	Final de la derrota de despegue para la homologación.
O	Umbral en el extremo de aproximación de la pista.
P	Comienzo de la derrota de aproximación para la homologación.
Q	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, correspondiente al PNLTM aparente en la estación K. Véase 9.3.2.
Q _r	Punto, sobre la trayectoria de despegue de referencia, correspondiente al PNLTM en la estación K. Véase 9.3.2.

Posición Descripción

V	Velocidad de ensayo del avión.
V _r	Velocidad de referencia del avión.

9.6 Distancias de la trayectoria de vuelo

Distancia	Unidad	Significado
AB	metros	<i>Longitud del recorrido de despegue.</i> Distancia a lo largo de la pista entre el punto en que comienza el recorrido de despegue y el punto en que, efectivamente, el avión se separa del suelo.
AK	metros	<i>Distancia de medición de despegue.</i> La distancia a partir del comienzo del recorrido hasta la estación de medición del ruido de despegue, a lo largo de la prolongación del eje de la pista.
AM	metros	<i>Distancia de la derrota de despegue.</i> La distancia desde el comienzo del recorrido hasta el punto de la derrota de despegue, a lo largo de la prolongación del eje de la pista, para la cual ya no hace falta registrar la posición del avión.
QK	metros	<i>Trayectoria de ruido medida.</i> La distancia desde la posición Q, medida, del avión hasta la estación K.
Q _r K _r	metros	<i>Trayectoria de ruido de referencia.</i> La distancia desde la posición Q _r de referencia del avión hasta la estación K _r .
K ₃ H	metros (pies)	<i>Altura de aproximación del avión.</i> La altura del avión sobre la estación de medición de aproximación.
OK ₃	metros	<i>Distancia de medición de aproximación.</i> La distancia desde el umbral de pista hasta la estación de medición de aproximación, a lo largo de la prolongación del eje de la pista.
OP	metros	<i>Distancia de la derrota de aproximación.</i> La distancia desde el umbral de pista hasta el punto de la derrota de aproximación, a lo largo de la prolongación del eje de la pista, para el cual ya no hace falta registrar la posición del avión.

**APÉNDICE 3. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN
ACÚSTICA DE LOS AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 kg
PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO
DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO
ACEPTADA ANTES DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988**

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 6.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— Este método de evaluación del ruido comprende:

- a) condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica;*
- b) medición del ruido de aviones percibido en tierra; y*
- c) notificación de los datos a las autoridades encargadas de la homologación y corrección de los datos medidos.*

Nota 2.— Las instrucciones y los procedimientos de este método se han delineado claramente para asegurar la uniformidad de los ensayos de homologación, y para poder comparar entre sí los ensayos efectuados con aviones de varios tipos, en diversos lugares geográficos. El método se aplica únicamente a los aviones comprendidos en las cláusulas de aplicación de la Parte II, Capítulo 6.

**2. CONDICIONES DE ENSAYO Y MEDICIÓN
PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA**

2.1 Generalidades

En esta sección se prescriben las condiciones en que se llevarán a cabo los ensayos de homologación acústica, así como también los procedimientos que corresponderá usar para medir el ruido producido por el avión sometido a ensayo.

2.2 Condiciones generales de ensayo

2.2.1 Los lugares en que se mida el ruido producido por los aviones en vuelo estarán rodeados de terreno relativamente llano, que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y apelmazada, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico cuyo vértice coincida con el punto de medición, no habrá obstáculo que pueda influir de manera significativa en el campo sonoro procedente del avión. Dicho cono está definido por un eje perpendicular al suelo y por un semiángulo a 75° de ese eje.

2.2.2 Los ensayos se llevarán a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) ausencia de precipitación;
- b) humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% y temperatura ambiente no superior a 35°C ni inferior a 2°C a 1,2 m (4 ft) sobre el suelo, salvo que, en un diagrama de temperaturas en función de la humedad relativa se omitirán las combinaciones de temperatura y humedad relativa correspondientes a puntos que se encuentren por debajo de la recta determinada por 2°C y 60% y 35°C y 20%;
- c) a 1,2 m (4 ft) por encima del terreno, la velocidad del viento instantánea no excederá de 19 km/h (10 kt) y la velocidad del viento instantánea de costado no excederá de 9 km/h (5 kt). Se efectuará el mismo número de vuelos con componente de viento de cola que con componente de viento de frente; y
- d) ausencia de inversiones de temperatura y de condiciones anómalas del viento que influirían notablemente en el nivel de ruido del avión, en el momento de registrarlo en los puntos de medición especificados por las autoridades encargadas de la homologación.

**2.3 Procedimientos de ensayo
del avión**

2.3.1 Los procedimientos de ensayo y los procedimientos de medición del ruido contarán con la aprobación de las autoridades del Estado que otorgan el certificado de aeronavegabilidad y de homologación acústica.

2.3.2 La altura del avión y su posición lateral con relación al micrófono se determinarán según un método independiente de los instrumentos normales de a bordo, p. ej., por seguimiento radar, triangulación con teodolito, técnicas fotográficas de medición a escala u otros métodos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

3. MEDICIÓN DEL RUIDO DE LOS AVIONES PERCIBIDO EN TIERRA

3.1 Generalidades

3.1.1 Todo el equipo de medición será aprobado por las autoridades que otorgan el certificado.

3.1.2 Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido se obtendrán mediante equipo acústico y métodos de medición que se ajusten a las especificaciones que se dan a continuación en 3.2.

3.2 Sistemas de medición

El sistema de medición acústica constará de equipo aprobado, equivalente al que se indica a continuación:

- a) un sistema microfónico que tenga una respuesta de frecuencia compatible con la precisión especificada en 3.3 para el sistema de medición y análisis;
- b) trípodes o soportes similares para los micrófonos, que reduzcan al mínimo la interferencia en el sonido que se esté midiendo;
- c) equipo de registro y reproducción cuyas características, respuesta de frecuencia y gama dinámica sean compatibles con los requisitos de respuesta y precisión establecidos en 3.3; y
- d) calibradores acústicos para ruido de onda sinusoidal o de banda ancha con nivel conocido de presión acústica. Si se utiliza el ruido de banda ancha, se describirá la señal en términos de su valor de media cuadrática (rms) medio y máximo correspondiente a un nivel de señal que no sea de sobrecarga.

3.3 Equipo de captación, registro y reproducción

3.3.1 Cuando lo determinen las autoridades encargadas de la homologación, el sonido producido por el avión se registrará de tal manera que se retenga la información completa, incluso la evolución en función del tiempo. Para ello es aceptable un registrador de cinta magnética.

3.3.2 Las características del sistema completo satisfarán las recomendaciones que figuran en la Publicación núm. 179¹ de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), en las secciones que tratan de las características de micrófonos, amplificadores e instrumentos indicadores. El texto y las especificaciones de dicha publicación titulada “Medidores de precisión de nivel sonoro”, se incorporan a título de referencia en esta sección y pasan a formar parte de ella.

Nota.— Cuando se utilice un registrador de cinta magnética, el mismo formará parte del sistema de conformidad con la Recomendación CEI 561¹.

3.3.3 En toda la gama de frecuencias de 45 a 11 200 Hz, la respuesta total del sistema a una onda sinusoidal progresiva, sensiblemente plana y de amplitud constante, estará dentro de los límites de tolerancia especificados en la Tabla IV y en la Tabla V para instrumentos de Tipo I de la Publicación núm. 179¹ de la CEI para la curva de ponderación “A”.

3.3.4 La señal de ruido registrada deberá leerse a través de un filtro “A” tal como está definido en la Publicación núm. 179¹ de la CEI y con característica dinámica “lenta”.

Nota.— Durante los ensayos de vuelo a alta velocidad, puede ser necesaria la característica dinámica calificada de “rápida” para obtener el nivel verdadero.

3.3.5 El equipo se calibrará acústicamente, utilizando para ello medios que proporcionen condiciones de campo libre. Se verificará la sensibilidad general del sistema de medición antes y después de medir el nivel del ruido para una sucesión de operaciones del avión, utilizando un calibrador acústico que produzca un nivel conocido de presión acústica a una frecuencia también conocida.

Nota.— Para este fin se utiliza por lo general un pistófono que funciona nominalmente a 124 dB y 250 Hz.

3.3.6 Cuando se hagan mediciones de ruido de aviones con velocidad de viento superiores a 11 km/h (6 kt) se protegerá el micrófono con una pantalla. Las características del conjunto del equipo, inclusive la pantalla, cumplirán con las especificaciones anteriores. Se medirá también la pérdida por inserción, a la frecuencia del calibrador acústico, y su valor se incluirá en la disposición de un nivel de referencia acústico para el análisis de las mediciones.

3.4 Procedimientos de medición del ruido

3.4.1 Los micrófonos se orientarán en una dirección conocida, de modo que el sonido máximo recibido llegue lo más exactamente posible de la dirección para la cual están calibrados. Los micrófonos se colocarán de modo que se encuentren aproximadamente a 1,2 m (4 ft) por encima del suelo.

3.4.2 Inmediatamente antes y después de cada ensayo, se efectuará un registro de calibración acústica del sistema (en el lugar de su utilización) mediante un calibrador acústico, con el

1. Enmendada. Puede obtenerse en la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

doble objeto de verificar la sensibilidad del sistema y de proporcionar un nivel de referencia para analizar los datos de niveles acústicos.

3.4.3 Se registrará y determinará el ruido de fondo en la zona de ensayo, que comprende el ruido de ambiente y el ruido eléctrico de los sistemas de medición, ajustando la ganancia del sistema a los niveles que se usan al medir el ruido producido por los aviones. Si los niveles de presión acústica de los aviones no excedieran de los niveles de presión acústica de fondo en por lo menos 10 dB(A), se aplicarán correcciones aprobadas para tener en cuenta la contribución del nivel de presión acústica de fondo al nivel de presión acústica observado.

4. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LAS AUTORIDADES ENCARGADAS DE LA HOMOLOGACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS

4.1 Notificación de datos

4.1.1 Se notificarán los niveles de presión acústica, medidos y corregidos, obtenidos por medio de equipo que satisfaga las disposiciones de la Sección 3 de este apéndice.

4.1.2 Se notificará el tipo de equipo utilizado para medir y analizar los datos acústicos en función de la performance del avión, así como los datos meteorológicos.

4.1.3 Se notificarán los siguientes datos atmosféricos ambientales, medidos inmediatamente antes, después o durante cada ensayo, en los puntos de observación prescritos en la Sección 2 de este apéndice:

- a) la temperatura y la humedad relativa del aire;
- b) las velocidades máxima, mínima y media del viento.

4.1.4 Se describirán la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

4.1.5 Se notificará la siguiente información acerca del avión:

- a) tipo, modelo y números de serie del avión, motores y hélices;
- b) las modificaciones o el equipo de opción, que pudieran afectar las características de ruido del avión;
- c) masa máxima certificada de despegue;
- d) para cada vuelo, velocidad aerodinámica y temperatura del aire a la altitud de sobrevuelo determinada con instrumentos debidamente calibrados;

- e) para cada sobrevuelo, la performance de los motores en función de la presión de admisión o de la potencia, velocidad de giro de la hélice en revoluciones por minuto y otros parámetros pertinentes determinados mediante instrumentos debidamente calibrados;
- f) la altura del avión por encima del suelo (véase 2.3.2);
- g) los datos correspondientes de los fabricantes en relación con las condiciones de referencia pertinentes a d) y e) anteriores.

4.2 Correcciones de datos

4.2.1 Corrección del ruido en la fuente

4.2.1.1 Cuando así lo especifiquen las autoridades que otorgan el certificado, se aplicarán, según métodos aprobados, las correcciones pertinentes relativas a las diferencias entre la potencia del motor obtenida durante los ensayos y la potencia que se obtendría con el reglaje correspondiente a la potencia máxima en la gama de potencias normales de utilización con un motor medio del mismo tipo y en las condiciones de referencia.

4.2.1.2 No se necesita ninguna corrección para valores del número de Mach en el extremo de las palas de la hélice iguales o inferiores a 0,70 si el número de Mach de ensayo difiere en menos de 0,014 del de referencia. Tampoco se necesita ninguna corrección para valores del número de Mach superiores a 0,70, y que no exceden de 0,80, si el número de Mach de ensayo difiere en menos de 0,007 del de referencia. Tampoco se necesita ninguna corrección para valores del número de Mach superiores a 0,80 si el número de Mach de ensayo difiere en menos de 0,005 del de referencia. No se necesita ninguna corrección por variaciones del ruido en la fuente en función de la potencia, si la potencia de ensayo difiere en menos del 10% de la potencia de referencia para cualquier número de Mach en el extremo de las palas de la hélice. En el caso de aviones propulsados por hélice de paso fijo no se introducirán correcciones por cambios de potencia. Si el número de Mach en el extremo de las palas de la hélice y las variaciones de potencia con respecto a las condiciones de referencia se salen de los límites especificados, se introducirán correcciones basándose en los datos obtenidos con los aviones reales de ensayo o con aviones de configuración análoga que funcionen con motor y hélice iguales a los del avión que se esté homologando, tal cual se describe en 4.1 del *Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves* (Doc 9501).

4.2.2 Corrección del ruido percibido en tierra

4.2.2.1 Las mediciones efectuadas a alturas que sean diferentes de 300 m (985 ft), se ajustarán a 300 m (985 ft) por la ley de la inversa de los cuadrados.

4.2.3 Corrección en función de la performance

Nota.— Esta corrección tiene por objeto favorecer a los aviones de mayor performance, que puedan ascender con un ángulo más abrupto y volar en el circuito de tránsito con menor potencia. Al propio tiempo, esta corrección perjudica a los aviones con una performance limitada, que tiene como consecuencia una velocidad vertical de ascenso inferior y el empleo de potencias mayores en el circuito de tránsito.

4.2.3.1 Una corrección por performance, determinada para el nivel del mar, para una temperatura de 15°C y limitada a un máximo de 5 dB(A), se aplicará utilizando el método que se describe en 4.2.3.2 y se sumará algebraicamente al valor medido.

4.2.3.2 La corrección por performance se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta \text{dB} = 49,6 - 20 \log_{10} \left[(3\,500 - D_{15}) \frac{R/C}{V_y} + 15 \right]$$

en la cual D_{15} = Distancia de despegue para elevarse a 15 m, con la masa máxima certificada de despegue a la potencia máxima de despegue (pista pavimentada)

R/C = Mejor velocidad vertical de ascenso con la masa máxima certificada de despegue a la potencia máxima de despegue

V_y = Velocidad de ascenso correspondiente a R/C , a la potencia máxima de despegue y expresada en las mismas unidades.

Nota.— Cuando la distancia de despegue no está certificada, se utiliza la cifra de 610 m para aviones monomotores y 825 m para aviones multimotores.

4.3 Validez de los resultados

4.3.1 El punto de medición se sobrevolará al menos cuatro veces. Los resultados del ensayo deberán proporcionar un valor medio en dB(A) y límites de confianza del 90%, siendo el nivel de ruido la media aritmética de las mediciones acústicas corregidas referentes a todas las pasadas válidas de los ensayos en el punto de medición.

4.3.2 Las muestras serán lo suficientemente amplias como para establecer estadísticamente un límite de confianza del 90% que no exceda de $\pm 1,5$ dB(A). Del proceso de promediación no se omitirá ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifiquen de otro modo las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— En el Apéndice 1 del Doc 9501 se proporcionan métodos de cálculo del intervalo de confianza del 90%.

APÉNDICE 4. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE LOS HELICÓPTEROS CUYA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE NO EXCEDE DE 3 175 kg

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 11.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— Este método de evaluación del ruido comprende:

- a) condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica;*
- b) definición del nivel de exposición al ruido utilizando datos de ruido medido;*
- c) medición del ruido de los helicópteros percibido en tierra;*
- d) ajuste de los resultados de los ensayos de vuelo; y*
- e) notificación de los datos a las autoridades encargadas de la homologación.*

Nota 2.— Las instrucciones y procedimientos de este método tienen por objeto asegurar la uniformidad de los ensayos de homologación efectuados con helicópteros de varios tipos en diversos lugares geográficos. El método se aplica únicamente a los helicópteros que cumplen con las cláusulas de aplicación de la Parte II, Capítulo 11 de este Anexo.

2. CONDICIONES DE ENSAYO Y MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

2.1 Generalidades

En esta sección se prescriben las condiciones en que se llevarán a cabo los ensayos de homologación acústica y asimismo los procedimientos meteorológicos y de medición de la trayectoria de vuelo que han de utilizarse.

2.2 Medio ambiente del ensayo

2.2.1 Los lugares en que se mida el ruido producido por los helicópteros en vuelo estarán rodeados de terreno relativamente llano, que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y

apelmazada, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico cuyo vértice coincida con el punto de medición, no habrá obstáculos que puedan influir de manera significativa en el campo sonoro procedente del helicóptero. Dicho cono está definido por un eje perpendicular al suelo y por un semiángulo a 80° de ese eje.

Nota.— Las personas que efectúan las mediciones pueden constituir ellas mismas obstáculos.

2.2.2 Los ensayos se llevarán a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) ausencia de precipitación;
 - b) humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% y temperatura ambiente no superior a 35°C ni inferior a 2°C a una altura comprendida entre 1,2 m y 10 m sobre el terreno (si el emplazamiento de medición se encuentra a una distancia igual o inferior a 2 000 m de equipo de medición de condiciones meteorológicas de aeródromo, pueden utilizarse la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento notificadas del aeródromo). Se evitarán las combinaciones de temperatura y humedad que hacen que el coeficiente de absorción en la banda de tercio de octava de 8 KHz sea mayor que 10 dB/100 m. Los coeficientes de absorción como función de la temperatura y la humedad relativa figuran en la Sección 7 del Apéndice 2 o en SAE ARP 866 A;
 - c) a una altura de entre 1,2 m (4 ft) y 10 m (33 ft) por encima del terreno la velocidad media del viento no excederá de 19 km/h (10 kt) y el componente de la velocidad media del viento de costado perpendicular a la dirección de vuelo no excederá de 9 km/h (5 kt) a una altura de 1,2 m (4 ft) y 10 m (33 ft) sobre el terreno; y
- Nota.— La velocidad medio del viento se define durante un período de 30 segundos.*
- d) ausencia de cualquier otra condición meteorológica anómala que influya notablemente en el nivel del ruido, en el momento de registrarlo en los puntos de medición especificados por las autoridades encargadas de la homologación.

2.3 Medición de la trayectoria de vuelo

2.3.1 La posición del helicóptero con relación al punto de referencia de la trayectoria de vuelo se determinará según un método independiente de los instrumentos normales de a bordo, por ejemplo, por seguimiento radar, triangulación con teodolito, técnicas fotográficas de medición a escala u otros métodos aprobados por las autoridades encargadas de la homologación.

2.3.2 El ruido del helicóptero se medirá a una distancia suficiente para suministrar los datos necesarios durante el período en que el ruido difiera en menos de 10 dB(A) del valor máximo de dB(A).

2.3.3 Los datos de posición y de performance que se necesitan para hacer los ajustes mencionados en la Sección 5 de este apéndice se registrarán a un ritmo de muestreo aprobado. El equipo de medición será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

2.4 Condiciones de ensayo en vuelo

2.4.1 El ensayo para el ruido de sobrevuelo de helicópteros se efectuará a la velocidad aerodinámica que se indica en la Parte II, Capítulo 11, 11.5.2 ajustando dicha velocidad según sea necesario, para producir el mismo número de Mach en el extremo de la pala que avanza del correspondiente a las condiciones de referencia.

2.4.2 El número de Mach en el extremo de la pala que avanza (Mat) se define como la razón de la suma aritmética de la velocidad de rotación (Vt) del extremo de la pala y la velocidad verdadera del helicóptero (Vr) dividida por la velocidad del sonido (c) a 25°C de la manera siguiente:

$$\text{Mat} = \frac{(V_t + V_r)}{c}$$

3. DEFINICIÓN DE UNIDAD DE MEDICIÓN DEL RUIDO

3.1 El valor del nivel de exposición al ruido L_{AE} se define como el nivel, en decibels, de la integral con respecto al tiempo de la presión acústica de ponderación “A” (P_A) al cuadrado durante un período de tiempo o un suceso determinados, por referencia al cuadrado de la presión acústica normal de referencia (P_0) o 20 micropascales y una duración de referencia de un segundo.

3.2 Esta unidad se define mediante la expresión:

$$L_{AE} = 10 \log \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt$$

en la que T_0 es el tiempo de referencia para la integración de un segundo y $(t_2 - t_1)$ es el intervalo de integración.

3.3 Esta integral también puede expresarse de la manera siguiente:

$$L_{AE} = 10 \log \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{L_A(t)/10} dt$$

en la que $L_A(t)$ es el nivel del ruido de ponderación “A” que varía en función del tiempo.

3.4 En la práctica, el tiempo de integración $(t_2 - t_1)$ no será inferior al intervalo de tiempo comprendido entre el instante en que $L_A(t)$ asciende primeramente a menos de 10 dB(A) del valor máximo ($L_{A\text{máx}}$) y el instante en que descende finalmente a más de 10 dB(A) por debajo de este valor máximo.

3.5 El SEL puede aproximarse mediante la expresión siguiente:

$$L_{AE} = L_{A\text{máx}} + \Delta A$$

en la que ΔA es la tolerancia de duración dada por

$$\Delta A = 10 \log_{10} \tau$$

siendo $\tau = (t_2 - t_1)/2$

$L_{A\text{máx}}$ se define como el nivel máximo, en decibels, de la presión acústica de ponderación “A” (respuesta lenta) por referencia al cuadrado de la presión acústica normal de referencia P_0 .

4. MEDICIÓN DEL RUIDO DEL HELICÓPTERO PERCIBIDO EN TIERRA

4.1 Generalidades

4.1.1 El equipo de medición será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

4.1.2 Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido se obtendrán mediante equipo acústico y métodos de medición que se ajusten a las especificaciones indicadas en 4.2.

4.2 Sistema de medición

El sistema de medición acústica constará de equipo aprobado, equivalente al que se indica a continuación:

- un sistema microfónico que tenga una respuesta de frecuencia compatible con la precisión especificada en 4.3 para el sistema de medición y análisis;

- b) trípodes o soportes similares para los micrófonos, que reduzcan al mínimo la interferencia en el sonido que se esté midiendo;
- c) equipo de registro y reproducción cuyas características, repuesta de frecuencia y gama dinámica sean compatibles con los requisitos de respuesta y precisión establecidos en 4.3; y
- d) calibradores acústicos que utilicen ruido de onda sinusoidal o de banda ancha con nivel conocido de presión acústica. Si se usa el ruido de banda ancha, se describirá la señal en función de sus valores eficaces (media cuadrática), medio y máximo, correspondientes a un nivel de señal que no sea de sobrecarga.

4.3 Equipo de captación, registro y reproducción

4.3.1 Con la aprobación de las autoridades encargadas de la homologación, se permite registrar el nivel de ruido producido por el helicóptero en un magnetófono para su evaluación posterior. Otra posibilidad consiste en registrar la evolución en función del tiempo del nivel de ruido de ponderación A con un registrador gráfico de nivel ajustado a respuesta “lenta” a partir del cual puede determinarse el valor SEL o bien, el SEL puede determinarse directamente con un sonómetro integrador que cumpla con las normas de la Publicación núm. 804¹ de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) para instrumentos de Tipo 1 ajustados a respuesta “lenta”. El valor SEL también puede calcularse a partir de datos de una banda de un tercio de octava obtenidos de mediciones efectuadas de conformidad con la Sección 3 del Apéndice 2. En este caso cada nivel de presión acústica de la banda de un tercio de octava se determinará de conformidad con los valores de ponderación A que figuran en la Publicación núm 651¹ de la CEI.

4.3.2 Las características del sistema completo satisfarán las recomendaciones que figuran en la Publicación núm. 651¹ de la CEI, en las secciones que tratan de las características de micrófonos, amplificadores e instrumentos indicadores. El ensayo y las especificaciones de dicha publicación titulada “Sonómetros” se incorporan a título de referencia en esta sección y pasan a formar parte de ella.

4.3.3 Si se emplea el registro en cinta magnética, el magnetófono se ajustará a lo previsto en la Recomendación CEI 561¹.

4.3.4 En toda la gama de frecuencias de 5 a 11 500 Hz la respuesta del sistema completo a una onda sinusoidal progresiva, sensiblemente plana y de amplitud constante, estará dentro de los límites de tolerancia especificados en la Tabla IV y en la Tabla V para instrumentos de Tipo I en la citada Publicación núm. 651 de la CEI, para la curva de ponderación “A”.

4.3.5 La sensibilidad general del sistema de medición se verificará antes del inicio de los ensayos y a intervalos durante los ensayos, utilizando un calibrador acústico que produzca un nivel conocido de presión acústica a una frecuencia también conocida. Las lecturas del calibrador acústico habrán sido verificadas por un laboratorio normativo en los seis meses anteriores a la serie de pruebas; las variaciones tolerables en la lectura no excederán de 0,2 dB. Se considerará que el equipo es satisfactorio si la variación en el período inmediatamente anterior, o inmediatamente siguiente, a cada una de las series de pruebas en un día de ensayo determinado no es superior a 0,5 dB.

Nota.— Para este fin se utiliza por lo general un pistófono que funciona nominalmente a 124 dB y 250 Hz.

4.3.6 Debería emplearse una pantalla de protección contra el viento con el micrófono durante todas las mediciones del ruido del helicóptero. Las características de la pantalla deberían ser tales que al utilizarse, el sistema completo comprendida la pantalla de protección contra el viento satisfaga las especificaciones. Además debería conocerse la pérdida por inserción, a las frecuencias del pistófono, e incluirse en el nivel de referencia acústico para el análisis de las mediciones.

4.4 Procedimientos de medición del ruido

4.4.1 El micrófono será del tipo sensible a la presión, diseñado para que dé una respuesta casi uniforme en caso de incidencia tangencial.

4.4.2 El micrófono se montará de modo que el centro del elemento sensible se encuentre a 1,2 m por encima del nivel del suelo en la localidad y estará orientado para captar la incidencia tangencial, es decir, con el elemento sensible netamente situado en el plano determinado por la trayectoria nominal de vuelo del helicóptero y el lugar de medición. La disposición en que se haya montado el micrófono eliminará en lo posible las perturbaciones que su soporte podría introducir en los sonidos que hayan de medirse.

4.4.3 Si la señal de ruido se registra en cinta magnetofónica, la respuesta de frecuencia del sistema eléctrico se determinará durante cada serie de ensayos a un nivel que difiera como máximo en 10 dB de la lectura correspondiente a la deflexión máxima de la escala durante los ensayos, utilizándose un ruido rosa aleatorio o pseudoaleatorio. La salida del generador de ruido habrá sido verificada en un laboratorio aprobado de normas, en los seis meses anteriores a la serie de ensayos; las variaciones admisibles de la salida relativa del generador en cada banda de tercio de octava, no excederán de 0,2 dB. Se efectuará un número suficiente de mediciones para garantizar que la calibración global del sistema sea conocida en cada ensayo.

4.4.4 Cuando un magnetófono forme parte de la cadena de medición, cada carrete de cinta magnetofónica llevará para este fin, al comienzo y al final, 30 s de esta señal eléctrica de

1. Puede obtenerse en la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

calibración. Por otro lado, los datos obtenidos a partir de señales registradas en cinta sólo se considerarán aceptables si la diferencia entre los niveles filtrados de las dos señales en la banda de tercio de octava de 10 kHz no excede de 0,75 dB.

4.4.5 El ruido ambiente de fondo, que comprende el ruido ambiente y el ruido eléctrico de los sistemas de medición, se determinará en la zona de ensayo ajustando la ganancia del sistema a los niveles que se utilizarán para las mediciones del ruido del helicóptero. Si los niveles máximos de presión acústica del helicóptero no exceden de los niveles de presión acústica de fondo por lo menos en 15 dB(A), se podrían utilizar sobrevuelos a una altura inferior aprobada y los resultados se ajustarán al punto de medición de referencia mediante algún procedimiento aprobado.

5. AJUSTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

5.1 Cuando las condiciones de ensayo para la homologación difieran de las de referencia, se efectuarán los ajustes apropiados de los datos del ruido medido por los métodos de esta sección.

5.2 Correcciones y ajustes

5.2.1 Los ajustes podrán limitarse a los efectos de las diferencias de propagación esférica entre la trayectoria de vuelo de ensayo y la trayectoria de vuelo de referencia del helicóptero (y entre la velocidad aerodinámica de referencia y la ajustada). No es necesario aplicar ningún ajuste para compensar las diferencias de atenuación atmosférica entre las condiciones meteorológicas de ensayo y de referencia y entre las velocidades de ensayo y de referencia del helicóptero respecto al suelo.

5.2.2 Los ajustes por propagación esférica y duración pueden aproximarse aplicando:

$$\Delta_1 = 12,5 \log_{10} (H/150) \text{ dB}$$

siendo H la altura, en metros, del helicóptero sometido a ensayo cuando está directamente sobre el punto de medición del ruido.

5.2.3 El ajuste de la diferencia entre la velocidad aerodinámica de referencia y la velocidad aerodinámica de referencia ajustada se calcula aplicando:

$$\Delta_2 = 10 \log_{10} \left[\frac{V_{ar}}{V_r} \right] \text{ dB}$$

siendo Δ_2 la cantidad en decibels que se ha de sumar algebraicamente al nivel de ruido SEL medido para corregir la influencia del ajuste de la velocidad aerodinámica de

referencia en la duración del ensayo de sobrevuelo medido tal como se percibe en la estación que mide el ruido. V_r es la velocidad aerodinámica de referencia especificada en la Parte II, Capítulo 11, 11.5.2, y V_{ar} es la velocidad aerodinámica de referencia ajustada especificada en 2.4.1 de este apéndice.

6. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LAS AUTORIDADES ENCARGADAS DE LA HOMOLOGACIÓN Y VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

6.1 Notificación de datos

6.1.1 Se notificarán los niveles de presión acústica, medidos y corregidos, que hayan sido obtenidos por medio de equipo que satisfaga las disposiciones de la Sección 4 de este apéndice.

6.1.2 Se notificará el tipo de equipo utilizado para medir y analizar los datos acústicos, los datos de performance del helicóptero así como los datos meteorológicos.

6.1.3 Se notificarán los siguientes datos atmosféricos ambientales, medidos inmediatamente antes, después o durante cada ensayo, en los puntos de observación prescritos en la Sección 2 de este apéndice:

- a) temperatura y humedad relativa del aire;
- b) velocidades y direcciones del viento; y
- c) presión atmosférica.

6.1.4 Se describirán la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

6.1.5 Se notificará la siguiente información acerca del helicóptero:

- a) el tipo, modelo y números de serie del helicóptero, motores y rotores;
- b) las modificaciones o el equipo de opción, que pudieran afectar las características de ruido del helicóptero;
- c) la masa máxima certificada de despegue y de aterrizaje;
- d) la velocidad aerodinámica en kilómetros por hora (nudos) y la velocidad del rotor en rpm, en cada demostración;
- e) los parámetros de performance de los motores en cada demostración; y
- f) la altura del helicóptero por encima del suelo en cada demostración.

6.2 Notificación de las condiciones de referencia para la homologación acústica

Los datos sobre la posición y la performance del helicóptero y las mediciones del ruido se corregirán de acuerdo con las condiciones de referencia para la homologación acústica que se especifican en la Parte II, Capítulo 11, 11.5. Se notificarán estas condiciones, comprendidos los parámetros, los procedimientos y las configuraciones de referencia.

6.3 Validez de los resultados

6.3.1 Se sobrevolará el punto de medición por lo menos seis veces. Los resultados de los ensayos proporcionarán un

SEL medio y sus límites de confianza del 90%, siendo el nivel de ruido la media aritmética de las mediciones acústicas corregidas de cada uno de los vuelos de ensayo válidos sobre el punto de medición para el procedimiento de referencia.

6.3.2 Las muestras serán lo suficientemente amplias para poder establecer estadísticamente un límite de confianza del 90% que no exceda de $\pm 1,5$ dB(A). Del proceso de promediación no se omitirá ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifiquen de otro modo las autoridades encargadas de la homologación.

Nota.— En el Apéndice 1 del Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501) figuran los métodos para calcular el intervalo de confianza del 90%.

APÉNDICE 5. VIGILANCIA DEL RUIDO PRODUCIDO POR LAS AERONAVES EN LOS AERÓDROMOS Y EN SUS PROXIMIDADES

Nota.— Véase la Parte III.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— La implantación de operaciones con aeronaves de reacción, así como el aumento del tránsito aéreo, ha motivado la preocupación internacional acerca del ruido producido por las aeronaves. A fin de facilitar la colaboración internacional en la solución de este problema, es conveniente recomendar un método para vigilar el ruido producido por las aeronaves en los aeródromos y en sus proximidades.

Nota 2.— En este apéndice se entiende por vigilancia la medición regular de los niveles de ruido producidos por las aeronaves que operan en un aeródromo. La vigilancia suele comprender un gran número de mediciones diarias, de las que ha de obtenerse una indicación del nivel de ruido.

Nota 3.— Este apéndice especifica el equipo destinado a medir los niveles de ruido que producen las aeronaves que operan en un aeródromo. Los niveles de ruido medidos de acuerdo con este apéndice, son aproximaciones de los niveles de ruido percibido PNL expresados en PNdB y calculados con arreglo al método descrito en el Apéndice 1, 4.2.

La vigilancia del ruido que producen las aeronaves debería efectuarse ya sea con un equipo móvil, utilizándose a menudo sólo un sonómetro, o bien con equipo instalado permanentemente, consistente en uno o más micrófonos con amplificadores situados en diferentes lugares del aeródromo, con un sistema de transmisión de datos que una los micrófonos a una instalación registradora central. Este apéndice describe principalmente el segundo método, pero cuando se emplee equipo móvil deberían adoptarse también sus especificaciones, en la medida en que sean pertinentes.

2. DEFINICIÓN

Se define la vigilancia del ruido de las aeronaves como la medición habitual de los niveles de ruido que producen las aeronaves en los aeródromos y en sus proximidades, con el fin de vigilar el cumplimiento y verificar la eficacia de los requisitos de atenuación del ruido.

3. EQUIPO DE MEDICIÓN

3.1 El equipo de medición debería consistir en aparatos registradores portátiles de lectura directa, o en aparatos

situados en una o más posiciones fijas en el aeródromo y enlazados por transmisiones de radio o por un sistema de cables (por ejemplo, línea telefónica) con un dispositivo registrador situado en un punto central.

3.2 Las características del equipo instalado en el terreno, incluso el sistema de transmisión, debería ajustarse a la Publicación CEI núm. 179¹, sobre “Sonómetros de precisión”, con la excepción de que la ponderación de frecuencia debe ser igual a la inversa de la curva de 40 noys (véase la Figura A5-1). En la Tabla A5-1 se da una aproximación, al decibelio más próximo, de la inversa de la curva de 40 noys relativa al valor de 1 000 Hz. La respuesta relativa de frecuencia del elemento de ponderación del equipo debería mantenerse con una tolerancia de $\pm 0,5$ dB. Cuando se incorpore tal red de ponderación a un instrumento de lectura directa, la relación entre la energía acústica de entrada al micrófono y la lectura del sonómetro debería seguir la inversa de la curva de 40 noys con las mismas tolerancias que las especificadas para la curva de ponderación C en la Publicación CEI núm. 179¹. Las mediciones obtenidas mediante los instrumentos descritos antes, proporcionan, después de sumarlos 7 dB, valores que constituyen aproximaciones de los niveles de ruido percibido en PNdB.

3.3 Puede obtenerse otro método de determinación de aproximaciones de los niveles de ruido percibido, mediante la medición del ruido utilizando un sonómetro que incorpore la red de ponderación A², sumándose una corrección K, que normalmente oscila entre 9 y 14 dB, según el espectro de frecuencias del ruido. Al comunicar los resultados, debería especificarse el valor de K y el método utilizado por las autoridades encargadas de las mediciones.

3.4 La instalación sobre el terreno de micrófonos para vigilar el ruido producido por las aeronaves, debería prever que los micrófonos estén convenientemente protegidos de la lluvia, nieve y otros fenómenos meteorológicos perjudiciales. Debería aplicarse a los datos obtenidos en la medición, la corrección adecuada por cualquier pérdida de inserción, en función de la frecuencia y de las condiciones meteorológicas, producida por pantallas u otras cercas de protección.

1. Este documento se publicó por primera vez en 1965 por la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.
2. En la Publicación CEI núm. 179 se describe la red de ponderación A.

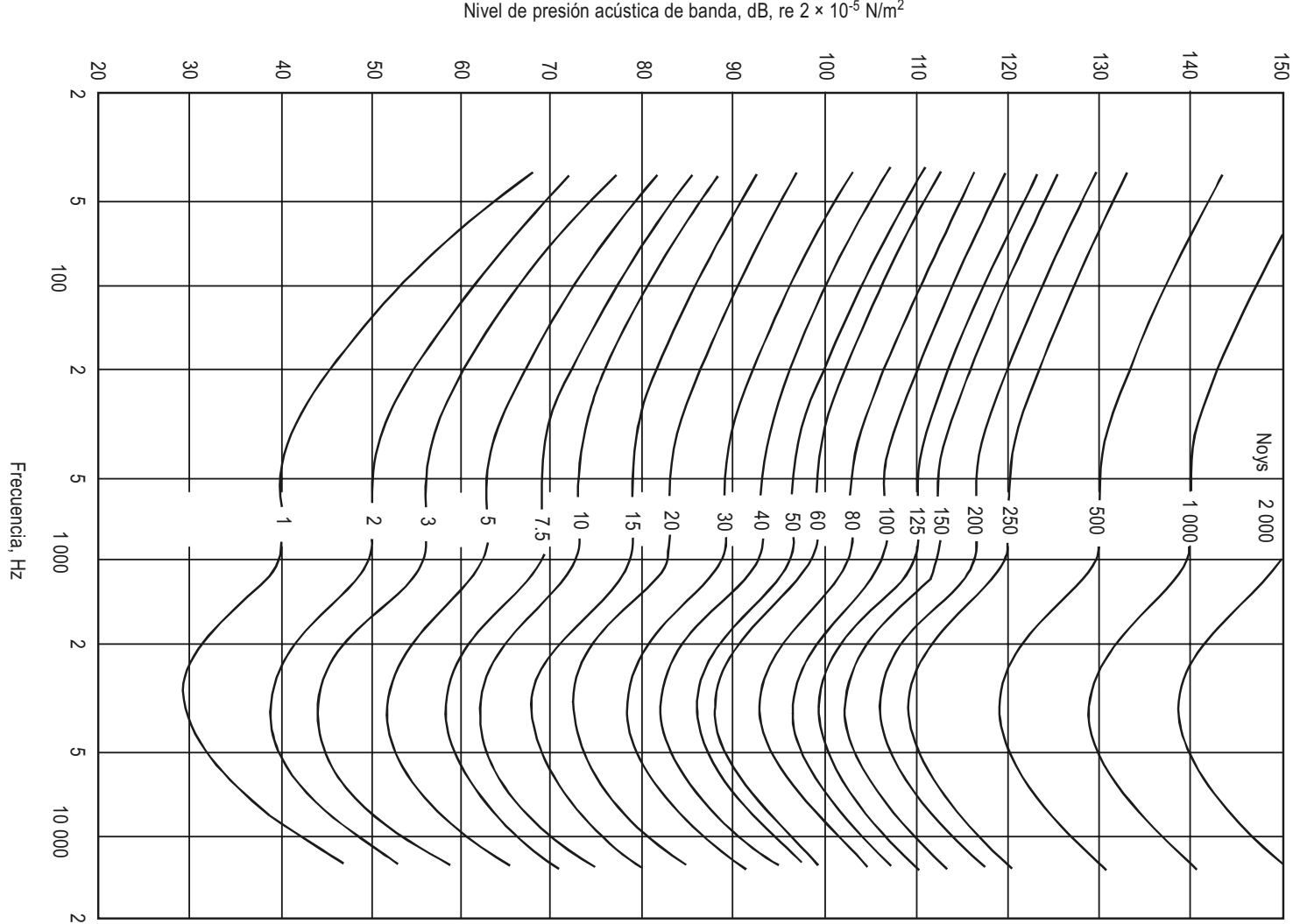


Figura A5-1. Curvas de ruidosidad percibida

Tabla A5-1. Aproximación, redondeada al decibelio más próximo de la inversa de la curva de 40 noys correspondientes a una frecuencia de 1 000 Hz

Hz	40	50	63	80	100	125	160
dB	-14	-12	-11	-9	-7	-6	-5
Hz	200	250	315	400	500	630	800
dB	-3	-2	-1	0	0	0	0
Hz	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000
dB	0	+2	+6	+8	+10	+11	+11
Hz	5 000	6 300	8 000	10 000	12 500		
dB	+10	+9	+6	+3	0		

Nota.— En los casos en que se requiera un registro del ruido en función del tiempo, éste puede efectuarse mediante la grabación de la señal del ruido en cinta magnetofónica, en un registrador gráfico de nivel o en otros aparatos adecuados.

3.5 El equipo registrador e indicador debería ajustarse a la Publicación CEI núm. 179³, con respecto a la característica dinámica del instrumento indicador denominada “lenta”.

Nota.— Si la duración anticipada de la señal de ruido es inferior a 5 s, podrá emplearse la característica dinámica denominada “rápida”.

A los fines de esta nota, se describe la duración como el lapso significativo en función del tiempo, durante el cual la señal registrada, después de pasar por una red de ponderación que tenga una característica de amplitud equivalente a la inversa de la curva de 40 noys, no difiera en más de 10 dB de su valor máximo.

3.6 El sistema microfónico debería calibrarse originalmente en un laboratorio provisto de equipo para calibración en campo libre y su calibración debería verificarse por lo menos cada seis meses.

3.7 El sistema de medición completo debería calibrarse en un laboratorio antes de su instalación en el terreno y, posteriormente, a intervalos periódicos, a fin de cerciorarse de que la respuesta de frecuencia y los requisitos relativos a la gama dinámica del sistema reúnen las especificaciones descritas en este documento.

Nota.— Para la vigilancia, no se tiene la intención de excluir el empleo de dispositivos de medición de lectura directa que difieran de los anteriormente definidos, pero que den valores aproximados de los niveles de ruido percibido.

4. INSTALACIÓN DEL EQUIPO EN EL TERRENO

4.1 Los micrófonos utilizados para vigilar los niveles de ruido producido por las aeronaves, deberían instalarse en lugares apropiados, con el eje de sensibilidad de cada

micrófono orientado en una dirección tal que se logre la sensibilidad máxima a las ondas sonoras. La posición del micrófono debería elegirse de modo que no haya ningún obstáculo por encima del plano horizontal que pase por el centro activo del micrófono, que pueda influir en el campo sonoro producido por una aeronave.

Nota 1.— Puede que sea necesario emplazar los micrófonos de vigilancia en lugares donde hay considerable ruido de fondo, causado por el tránsito de vehículos motorizados, niños que juegan, etc. En estos casos, resulta a menudo indicado colocar el micrófono sobre un tejado, en un poste telefónico o en cualquier otra estructura elevada. En consecuencia, es necesario determinar el nivel de ruido de fondo y llevar a cabo una comprobación sobre el terreno, en una o más frecuencias, de la sensibilidad global del sistema de medición antes o después de medir el nivel de ruido correspondiente a una serie de vuelos.

Nota 2.— Si, a causa de que el micrófono se ha emplazado en una estructura elevada, al personal de servicio le es imposible calibrarlo directamente debido a su inaccesibilidad, podría ser útil disponer una fuente sonora calibrada en el emplazamiento del micrófono. Esta fuente puede consistir en un pequeño altavoz, un actuador electrostático o un dispositivo similar.

4.2 La vigilancia se refiere al ruido producido por el vuelo de una sola aeronave, por una serie de vuelos, por un tipo determinado de aeronave o por un gran número de operaciones de aeronaves diferentes. Estos niveles varían, en un punto de vigilancia determinado, de acuerdo con los procedimientos de vuelo o las condiciones meteorológicas. Por lo tanto, al interpretar los resultados de un procedimiento de vigilancia, debería tomarse en consideración la distribución estadística de los niveles de ruido medidos. Cuando se informe de estos resultados, debería facilitarse una descripción adecuada de la distribución de los niveles de ruido observados.

3. Este documento se publicó por primera vez en 1965 por la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembé, Ginebra, Suiza.

**APÉNDICE 6. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN
ACÚSTICA DE LOS AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 kg
PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO
DE AERONAVEGABILIDAD PARA EL PROTOTIPO ACEPTADA
EL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988 O DESPUÉS DE ESA FECHA**

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 10.

1. INTRODUCCIÓN

Nota 1.— Este método de evaluación del ruido comprende:

- a) condiciones de ensayo y medición para la homologación acústica;
- b) equipo de medición del ruido;
- c) medición del ruido de aviones percibido en tierra;
- d) ajuste de los datos de ensayos; y
- e) notificación de los datos a las autoridades encargadas de la homologación y validez de los resultados.

Nota 2.— Las instrucciones y procedimientos de este método se han delineado claramente para asegurar la uniformidad de los ensayos de homologación y para poder comparar entre sí los ensayos efectuados con aviones de varios tipos en diversos lugares geográficos. El método se aplica únicamente a los aviones comprendidos en las cláusulas de aplicación de la Parte II, Capítulo 10.

2. CONDICIONES DE ENSAYO Y MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

2.1 Generalidades

En esta sección se prescriben las condiciones en que se llevarán a cabo los ensayos de homologación en cuanto al ruido, así como también los procedimientos que corresponderá usar para medir el ruido producido por el avión objeto de ensayo.

2.2 Condiciones generales de los ensayos

2.2.1 Los lugares en que se mida el ruido producido por los aviones en vuelo estarán rodeados de terreno relativamente llano que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y

apelmazada, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico, cuyo vértice coincida con el punto de medición, no habrá ningún obstáculo que pueda influir de una forma significativa en el campo sonoro procedente del avión. Dicho cono está definido por un eje perpendicular al suelo y por un semángulo de 75° respecto a ese eje.

2.2.2 Los ensayos se llevarán a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) ausencia de precipitación;
- b) humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% y temperatura ambiente no superior a 35°C ni inferior a 2°C;
- c) la velocidad media del viento no excederá de 19 km/h (10 kt) y la velocidad media del viento de costado no excederá de 9 km/h (5 kt);

Nota.— La velocidad media del viento se define durante un período de 30 segundos.

- d) ausencia de cualquier otra condición meteorológica anómala que influya notablemente sobre el nivel de ruido del avión, cuando se registra en los puntos de medición especificados por las autoridades encargadas de la homologación; y
- e) las mediciones meteorológicas deben llevarse a cabo entre 1,2 m y 10 m sobre el nivel del suelo. Si el lugar de la medición se encuentra dentro de una superficie de 2 000 m de la estación meteorológica del aeropuerto, podrán utilizarse las mediciones obtenidas desde esta estación.

2.3 Procedimientos de ensayo del avión

2.3.1 Los procedimientos de ensayo y los de medición del ruido serán aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica del Estado que expida el certificado.

2.3.2 El programa de ensayo en vuelo se iniciará con la masa máxima de despegue del avión, y dicha masa se ajustará a este valor máximo después de cada hora de vuelo.

2.3.3 Los ensayos en vuelo se realizarán a la velocidad aerodinámica indicada $V_y \pm 9$ km/h (5 kt).

2.3.4 La posición del avión con respecto al punto de referencia de la trayectoria de vuelo se determinará por un método independiente de los instrumentos normales de a bordo, por ejemplo, por seguimiento radar, triangulación con teodolito, o fototelemetría, aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

2.3.5 La altura del avión al volar directamente por encima del micrófono se medirá por un método aprobado. El avión sobrevolará el micrófono con un margen de $\pm 10^\circ$ con respecto a la vertical y a una altura que no difiera en más del 20% de la de referencia (véase la Figura A6-1).

2.3.6 La velocidad, posición y datos de performance del avión necesarios para hacer las correcciones mencionadas en la Sección 5 de este apéndice, se registrarán en el momento en que el avión vuele directamente por encima del emplazamiento de medición. El equipo de medición será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

2.3.7 Se utilizará un dispositivo independiente, de una precisión de $\pm 1\%$, para medir la velocidad de rotación de la hélice, a fin de evitar errores de orientación e instalación cuando el avión de ensayo esté equipado con taquímetros mecánicos.

3. DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN DEL RUIDO

El $L_{A_{máx}}$ se define como el nivel máximo, en decibeles, de la presión acústica de ponderación “A” (respuesta lenta) respecto al cuadrado de la presión acústica normal de referencia (P_0) de 20 micropascales (μPa).

4. MEDICIÓN DEL RUIDO DEL AVIÓN PERCIBIDO EN TIERRA

4.1 Generalidades

4.1.1 El equipo de medición será aprobado por las autoridades encargadas de la homologación.

4.1.2 Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido se obtendrán mediante equipo acústico y métodos de medición que se ajusten a las especificaciones indicadas en 4.2.

4.2 Sistema de medición

El sistema de medición acústica constará de equipo aprobado, equivalente al que se indica a continuación:

- un sistema microfónico que tenga una respuesta de frecuencia compatible con la precisión especificada en 4.3 para el sistema de medición y análisis;

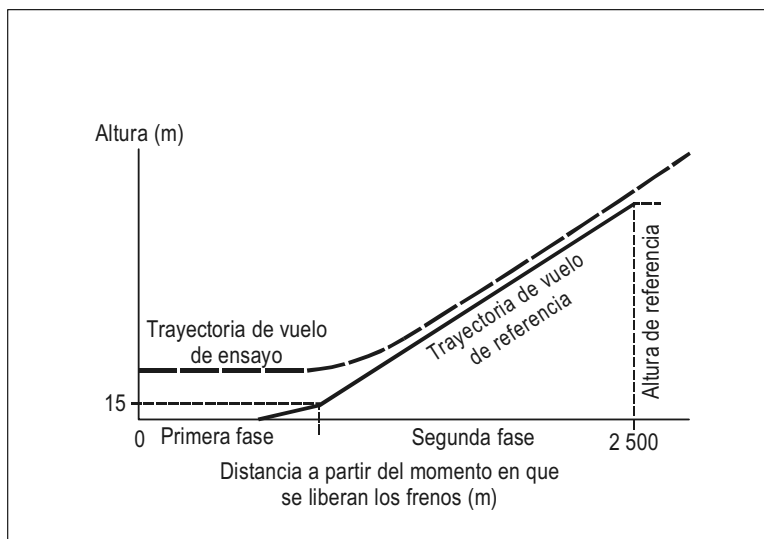


Figura A6-1. Perfiles de ensayo y de referencia típicos

- b) trípodes o soportes similares para los micrófonos, que reduzcan al mínimo la interferencia en el sonido que se está midiendo;
- c) equipo de registro y reproducción cuyas características, respuesta de frecuencia y gama dinámica sean compatibles con los requisitos de respuesta y precisión previstos en 4.3; y
- d) calibradores acústicos para ruido de onda sinusoidal o de banda ancha con nivel conocido de presión acústica. Si se utiliza el ruido de banda ancha, la señal se describirá por sus valores eficaz, medio y máximo, correspondientes a un nivel de señal que no sea de sobrecarga.

4.3 Equipo de captación, registro y producción

4.3.1 Se registrará el nivel acústico producido por el avión. Son aceptables, al arbitrio de las autoridades encargadas de la homologación, los magnetófonos, los registradores gráficos de niveles de ruido o los sonómetros.

4.3.2 Las características del sistema completo satisfarán las recomendaciones que figuran en la Publicación núm. 651¹ de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), en las secciones que tratan de las características de micrófonos, amplificadores e instrumentos indicadores. El texto y especificaciones de dicha publicación, titulada “Sonómetros”, se incorporan a título de referencia en esta sección y pasan a formar parte de ella.

Nota.— Cuando las autoridades encargadas de la homologación exijan el registro en cinta magnética, el magnetófono se ajustará a lo previsto en la Recomendación CEI 561.

4.3.3 En toda la gama de frecuencias de 45 a 11 500 Hz la respuesta total del sistema a una onda sinusoidal progresiva, sensiblemente plana y de amplitud constante, estará dentro de los límites de tolerancia especificados en la Tabla IV y en la Tabla V para instrumentos de Tipo I en la citada Publicación núm. 651 de la CEI, para la curva de ponderación “A”.

4.3.4 La señal de ruido pasará por un filtro “A”, definido en la Publicación núm. 651 de la CEI.

4.3.5 La sensibilidad general del sistema de medición se verificará antes del inicio de los ensayos y a intervalos durante los ensayos, utilizando un calibrador acústico que produzca un nivel conocido de presión acústica a una frecuencia también conocida.

1. Puede obtenerse en la oficina central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembe, Ginebra, Suiza.

Nota.— Para este fin se utiliza por lo general un pistófono que funciona nominalmente a 124 dB y 250 Hz.

4.3.6 Si se utiliza un magnetófono, el nivel máximo de ruido de ponderación “A” $L_{A_{máx}}$ puede determinarse utilizando un registrador gráfico de nivel o alguno digital equivalente.

Nota.— El nivel máximo de ruido $L_{A_{máx}}$ podría también obtenerse utilizando un sonómetro aprobado.

4.4 Procedimiento de medición del ruido

4.4.1 El micrófono será del tipo de presión de 12,7 mm de diámetro, con parrilla de protección. Se montará en posición invertida de manera que el diafragma se coloque paralelo y a 7 mm por encima de una placa metálica circular. Esta placa, pintada de blanco, tendrá un diámetro de 40 cm y un espesor de por lo menos 2,5 mm, y se colocará horizontalmente a ras del suelo circundante, sin que haya cavidades debajo de ella. El micrófono se colocará a tres cuartos de la distancia que haya entre el centro y el borde, a lo largo de un radio perpendicular a la línea de vuelo del avión de ensayo.

4.4.2 Si la señal de ruido se registra en cinta magnetofónica, la respuesta de frecuencia del sistema eléctrico se determinará durante cada serie de ensayos a un nivel que difiera como máximo en 10 dB de la lectura correspondiente a la deflexión máxima de la escala durante los ensayos, utilizándose un ruido rosa aleatorio o pseudoaleatorio. La salida del generador de ruido habrá sido verificada en un laboratorio aprobado de normas, en los seis meses anteriores a la serie de ensayos; las variaciones admisibles de la salida relativa del generador en cada banda de tercio de octava, no excederán de 0,2 dB. Se efectuará un número suficiente de mediciones para garantizar que la calibración global del sistema sea conocida en cada ensayo.

4.4.3 Cuando un magnetófono forme parte de la cadena de medición, cada carrete de cinta magnetofónica llevará para este fin, al comienzo y al final, 30 s de esta señal eléctrica de calibración. Por otro lado, los datos obtenidos a partir de señales registradas en cinta sólo se considerarán aceptables si la diferencia entre los niveles filtrados de las dos señales en la banda de tercio de octava de 10 kHz no excede de 0,75 dB.

4.4.4 El ruido de fondo, que comprende el ruido ambiente y el ruido eléctrico de los sistemas de medición, se determinará en la zona de ensayo ajustando la ganancia del sistema a los niveles utilizados para las mediciones del ruido del avión. Si los niveles máximos de presión acústica del avión no exceden de los niveles de presión acústica de fondo por lo menos en 10 dB (A), se utilizará un punto de medición del ruido de despegue más cercano al inicio del recorrido de despegue y los resultados se ajustarán al punto de medición de referencia mediante algún procedimiento aprobado.

5. AJUSTES DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

5.1 Cuando las condiciones de ensayo para la homologación difieran de las de referencia, se efectuarán ajustes apropiados de los datos del ruido medido, por los métodos de esta sección.

5.2 Correcciones y ajustes

5.2.1 Los ajustes se aplican para tener en cuenta lo siguiente:

- diferencias de absorción atmosférica entre las condiciones meteorológicas del ensayo y las de referencia;
- diferencias de longitud de la trayectoria de ruido entre la trayectoria de vuelo real del avión y la de referencia;
- variación del número de Mach en el extremo de la hélice entre las condiciones de ensayo y las de referencia; y
- variación de la potencia de los motores entre las condiciones de ensayo y las de referencia.

5.2.2 El nivel de ruido en las condiciones de referencia (L_{Amax}) REF se obtiene añadiendo al nivel del ruido del

día del ensayo (L_{Amax}) TEST los incrementos correspondientes a cada uno de los efectos indicados.

$$(L_{Amax})_{REF} = (L_{Amax})_{TEST} + \Delta(M) + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

en la cual

$\Delta(M)$ es el ajuste por diferencia de la absorción atmosférica entre las condiciones de ensayo y las de referencia;

Δ_1 es el ajuste correspondiente a la longitud de las trayectorias de ruido;

Δ_2 es el ajuste correspondiente al número de Mach en el extremo de la hélice, y

Δ_3 es el ajuste correspondiente a la potencia del motor.

- Si las condiciones de ensayo están dentro de los límites especificados en la Figura A6-2, no es necesario aplicar ajustes por diferencias de absorción atmosférica, es decir, $\Delta(M) = 0$. Si las condiciones se salen de los límites especificados en la Figura A6-2, entonces deben aplicarse ajustes por algún procedimiento aprobado o añadiendo un incremento $\Delta(M)$ a los niveles de ruido del día de ensayo siendo,

$$\Delta(M) = 0,01 (H_T \alpha - 0,2 H_R)$$

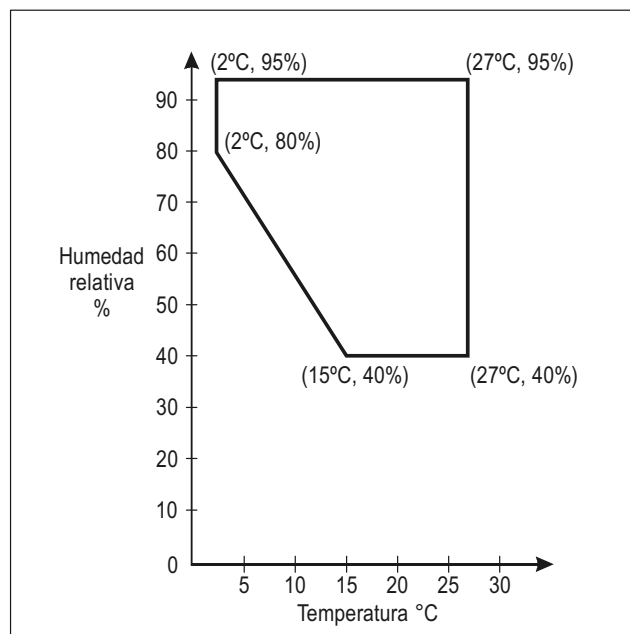


Figura A6-2. Ventana de medición sin ninguna corrección por absorción

y H_T la altura en metros del avión de ensayo al sobrevolar directamente el punto de medición, H_R la altura de referencia del avión por encima del punto de medición del ruido y a es el régimen de absorción a 500 Hz especificado en las Tablas A1-5 a A1-16 del Apéndice 1.

- b) Los niveles del ruido medidos deberían ajustarse en función de la altura del avión por encima del punto de medición del ruido el día de referencia, añadiendo algebraicamente un incremento igual a Δ_1 . Si las condiciones del día de ensayo están dentro de los límites especificados en la Figura A6-2:

$$\Delta_1 = 22 \log (H_T/H_R)$$

Si las condiciones del día de ensayo se salen de los límites especificados en la Figura A6-2:

$$\Delta_1 = 20 \log (H_T/H_R)$$

siendo H_T la altura del avión directamente sobre el punto de medición del ruido y H_R la altura de referencia del avión por encima del punto de medición.

- c) No son necesarios ajustes por variaciones del número de Mach en los extremos de la hélice si el número de Mach es:
- 1) igual o inferior a 0,70 y no difiere en más de 0,014 del número de Mach de referencia;
 - 2) superior a 0,70, sin exceder de 0,80, y no difiere en más de 0,007 del número de Mach de referencia;
 - 3) superior a 0,80 y no difiere en más de 0,005 del número de Mach de referencia. Cuando se utilice un taquímetro mecánico, si el número de Mach en los extremos de la hélice es superior a 0,8 y no difiere en más de 0,008 del número de Mach de referencia.

Fuera de esos límites, los niveles de ruido medidos se ajustarán en función del número de Mach en los extremos de la hélice añadiendo algebraicamente un incremento igual a:

$$\Delta_2 = K_2 \log (M_R/M_T)$$

siendo M_T y M_R los números de Mach en el extremo de la hélice del avión de ensayo y del de referencia respectivamente. El valor de K_2 se determinará a partir de los datos aprobados del avión de ensayo. Si no se dispusiera de datos de ensayos en vuelo y, a discreción de las autoridades encargadas de la homologación, podrá utilizarse el valor $K_2 = 150$ si M_T es inferior a M_R , pero, si M_T es superior o igual a M_R , no se aplica ninguna corrección.

Nota.— El número de Mach de referencia en los extremos de la hélice M_R es el que corresponde a las condiciones de referencia por encima del punto de medición:

siendo:

$$M_R = \frac{\left[\left(\frac{D\pi N}{6} \right)^2 V_T^2 \right]^{1/2}}{c}$$

D es el diámetro de la hélice en metros.

V_T es la velocidad verdadera del avión en las condiciones de referencia, en metros por segundo.

N es la velocidad de giro de la hélice en las condiciones de referencia, en rpm. Si no se dispone de N , su valor puede obtenerse como la media de las velocidades de giro de la hélice sobre condiciones de potencia nominalmente idénticas durante los ensayos en vuelo.

c es la velocidad del sonido en el día de referencia, a la altitud del avión, en metros por segundo, basándose en la temperatura a la altura de referencia suponiendo un gradiente vertical de temperatura ISA con altura.

- d) Los niveles de ruido medidos se ajustarán en función de la potencia del motor, añadiendo algebraicamente un incremento igual a:

$$\Delta_3 = K_3 \log (P_R/P_T)$$

P_T y P_R son las potencias del motor de ensayo y de referencia obtenidas de las indicaciones de presión de admisión/par y de las rpm del motor. K_3 se determinará a base de los datos aprobados del avión de ensayo. Si no se dispusiese de datos de ensayos en vuelo, y a discreción de las autoridades encargadas de la homologación, podrá utilizarse el valor $K_3 = 17$. La potencia de referencia P_R será la que se obtiene a la presión y temperatura de la altura de referencia suponiendo un gradiente vertical de temperatura ISA con altura.

6. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LAS AUTORIDADES ENCARGADAS DE LA HOMOLOGACIÓN Y VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

6.1 Notificación de datos

6.1.1 Se notificarán los niveles de presión acústica, medidos y corregidos, que hayan sido obtenidos por medio de equipo que satisfaga las disposiciones de la Sección 4 de este apéndice.

6.1.2 Se notificará el tipo de equipo utilizado para medir y analizar los datos acústicos, los datos de performance del avión así como los datos meteorológicos.

6.1.3 Se notificarán los siguientes datos atmosféricos ambientales, medidos inmediatamente antes, después o durante cada ensayo, en los puntos de observación prescritos en la Sección 2 de este apéndice:

- a) temperatura y humedad relativa del aire;
- b) velocidades y direcciones del viento; y
- c) presión atmosférica.

6.1.4 Se describirá la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

6.1.5 Se notificará la siguiente información acerca del avión:

- a) tipo, modelo y números de serie del avión, motores y hélices;
- b) las modificaciones o el equipo de opción, que pudieran afectar las características de ruido del avión;
- c) la masa máxima certificada de despegue;
- d) para cada sobrevuelo, la velocidad aerodinámica y temperatura del aire a la altitud de sobrevuelo determinadas con instrumentos debidamente calibrados;

- e) para cada sobrevuelo, la performance de los motores en función de la presión de admisión o de la potencia, velocidad de giro de la hélice en revoluciones por minuto y otros parámetros pertinentes determinados mediante instrumentos debidamente calibrados;
- f) la altura del avión por encima del punto de medición; y
- g) los datos correspondientes del fabricante, en relación con las condiciones de referencia pertinentes a 6.1.5 d), e) y f).

6.2 Validez de los resultados

6.2.1 Se sobrevolará el punto de medición por lo menos seis veces. Los resultados de los ensayos proporcionarán un valor nivel medio de ruido ($L_{Amáx}$) y sus límites de confianza del 90%, siendo el nivel de ruido la media aritmética de las mediciones acústicas corregidas de cada uno de los vuelos de ensayo válidos sobre el punto de medición.

6.2.2 Las muestras serán lo suficientemente amplias para poder establecer estadísticamente un límite de confianza del 90% que no exceda de $\pm 1,5$ dB(A). Del proceso de promediación no se omitirá ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifiquen de otro modo las autoridades encargadas de la homologación.

ADJUNTOS AL ANEXO 16 — VOLUMEN I

ADJUNTO A. ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN FUNCIÓN DE LA MASA DE DESPEGUE

Nota.—Véase la Parte II, 2.4.1, 2.4.2, 3.4.1, 4.4, 5.4, 6.3, 8.4.1, 8.4.2, 10.4, 11.4.7 y 11.4.2.

1. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 2, 2.4.1

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

0 34 272

Nivel de ruido lateral (EPNdB)	102	$91,83 + 6,64 \log M$	108
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	102	$91,83 + 6,64 \log M$	108
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	93	$67,56 + 16,61 \log M$	108

2. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 2, 2.4.2

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

0 34 35 48,3 66,72 133,45 280 325 400

Nivel de ruido lateral (EPNdB) Todos los aviones	97	$83,87 + 8,51 \log M$		106
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB) Todos los aviones	101	$89,03 + 7,75 \log M$		108
Niveles de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	2 motores	93	$70,62 + 13,29 \log M$	104
	3 motores	93	$67,56 + 16,61 \log M$	107
	4 motores	93	$67,56 + 16,61 \log M$	108

3. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 3, 3.4.1

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

0 20,2 28,6 35 48,1 280 385 400

Nivel de ruido lateral a plena potencia (EPNdB) Todos los aviones	94	$80,87 + 8,51 \log M$		103
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB) Todos los aviones	98	$86,03 + 7,75 \log M$		105
Niveles de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	1 ó 2 motores	89	$66,65 + 13,29 \log M$	101
	3 motores	89	$69,65 + 13,29 \log M$	104
	4 motores o más	89	$71,65 + 13,29 \log M$	106

4. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 4, 4.4

Se aplicará cada una de las condiciones siguientes:

$$EPNL_L \leq LÍMITE_L; EPNL_A \leq LÍMITE_A; \leq EPNL_F \leq LÍMITE_F;$$

$$[(LÍMITE_L - EPNL_L) + (LÍMITE_A - EPNL_A) + (LÍMITE_F - EPNL_F)] \geq 10$$

$$[(LÍMITE_L - EPNL_L) + (LÍMITE_A - EPNL_A)] \geq 2; [(LÍMITE_L - EPNL_L) + (LÍMITE_F - EPNL_F)] \geq 2; y$$

$$[(LÍMITE_A - EPNL_A) + (LÍMITE_F - EPNL_F)] \geq 2$$

donde

$EPNL_L$, $EPNL_A$ y $EPNL_F$ son respectivamente los niveles de ruido en los puntos de referencia para la medición del ruido lateral, de aproximación y de sobrevuelo cuando se determinan, con un decimal, de acuerdo con el método de evaluación del ruido del Apéndice 2; y

$LÍMITE_L$, $LÍMITE_A$, y $LÍMITE_F$ son respectivamente los niveles máximos de ruido permitido en los puntos de referencia para la medición del ruido lateral, de aproximación y de sobrevuelo determinados, con un decimal, de acuerdo con las ecuaciones para las condiciones que se describen en el Capítulo 3, 3.4.1 (Condición 3).

5. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 5, 5.4

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

5,7

34,0

358,9

384,7

Nivel de ruido lateral (EPNdB)	96	$85,83 + 6,64 \log M$	103
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	98	$87,83 + 6,64 \log M$	105
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	89	$63,56 + 16,61 \log M$	106

6. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 6, 6.3

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

0

0,6

1,5

8,618

Nivel de ruido en dB(A)	68	$60 + 13,33 M$	80
-------------------------	----	----------------	----

7. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 8, 8.4.1

M = Masa máxima de despegue
en unidades de 1 000 kg

0

0,788

80,0

Nivel de ruido lateral (EPNdB)	89	$90,03 + 9,97 \log M$	109
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	90	$91,03 + 9,97 \log M$	110
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	88	$89,03 + 9,97 \log M$	108

8. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 8, 8.4.2

0 0,788

Nivel de ruido de despegue (EPNdB)	86	$87,03 + 9,97 \log M$	106
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	89	$90,03 + 9,97 \log M$	109
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	84	$85,03 + 9,97 \log M$	104

9. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 10, 10.4 a) y 10.4 b)

10.4 a):

$$0 \qquad 0,6$$

Nivel de ruido en dB(A)	76	$83,23 + 32,67 \log M$	88
-------------------------	----	------------------------	----

10.4 b):

0 0,57

Nivel de ruido en dB(A)	70	$78,71 + 35,70 \log M$	85
-------------------------	----	------------------------	----

10. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 11, 11.4.1

0	0,788
---	-------

Nivel de ruido en dB SEL	82	83,03 + 9,97 log M
--------------------------	----	--------------------

11. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 11, 11.4.2

0 1,417

Nivel de ruido en dB SEL	82	$80,49 + 9,97 \log M$
--------------------------	----	-----------------------

ADJUNTO B. DIRECTRICES PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AVIONES STOL PROPULSADOS POR HÉLICE

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 7.

Nota 1.— A los efectos de estas directrices, son aviones STOL los que en operaciones de despegue y aterrizaje cortos, de conformidad con las especificaciones de aeronavegabilidad aplicables, sólo necesitan pistas (sin zona de parada ni zona libre de obstáculos) de 610 m de longitud, o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad.

Nota 2.— Estas directrices no se aplican a las aeronaves que pueden despegar y aterrizar verticalmente.

1. APLICACIÓN

Las siguientes directrices deberían aplicarse a todos los aviones propulsados por hélice, de masa máxima certificada de despegue superior a 5 700 kg, previstos para operaciones de despegue y aterrizaje cortos (STOL), que sólo necesiten pistas¹, en armonía con los requisitos pertinentes de distancias de despegue y aterrizaje, de 610 m de longitud, o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad y respecto a los cuales se hubiese expedido al avión en cuestión el certificado de aeronavegabilidad el 1 de enero de 1976 o después de esa fecha.

2. MEDIDA DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO

La medida de la evaluación del ruido debería ser el nivel efectivo de ruido percibido expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2 de este Anexo.

3. PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO

En los ensayos en vuelo que se lleven a cabo de conformidad con los procedimientos descritos en la Sección 6, el avión no debería exceder de los niveles de ruido especificados en la Sección 4, en los puntos siguientes:

- a) *punto de referencia de ruido lateral*: punto en una paralela al eje de pista, a 300 m de este eje o de su prolongación, en el que el nivel de ruido de despegue o de aterrizaje es máximo, en operaciones STOL del avión;
- b) *punto de referencia de ruido de sobrevuelo*: punto en la prolongación del eje de pista a una distancia de 1 500 m del comienzo del recorrido de despegue; y
- c) *punto de referencia del ruido de aproximación*: punto en la prolongación del eje de pista, a 900 m del umbral.

4. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

Los niveles máximos de ruido en cualquiera de los puntos de referencia, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2, no deberían exceder de 96 EPNdB para los aviones cuya masa máxima certificada sea inferior o igual a 17 000 kg, valor que aumentará linealmente con el logaritmo de la masa a razón de 2 EPNdB por duplicación de la masa para los aviones cuya masa máxima certificada sea superior a 17 000 kg.

5. COMPENSACIONES

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no debería ser superior a 4 EPNdB;
- b) todo exceso en un solo punto no debería ser superior a 3 EPNdB; y
- c) los excesos deberían compensarse por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

6. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

6.1 El procedimiento de referencia para el despegue debería ser el siguiente:

1. Sin zona de parada ni zona libre de obstáculos.

- a) el avión debería tener la masa máxima de despegue respecto a la cual se solicita la homologación acústica;
- b) debería utilizarse la velocidad de rotación (rpm) de la hélice o del motor y el régimen de potencia del motor anotados para despegues STOL; y
- c) durante todo el ensayo de demostración para la homologación acústica de despegue, la velocidad aerodinámica, la pendiente ascensional, la actitud y configuración del avión, deberían ser las especificadas en el manual de vuelo para despegues STOL.

6.2 El procedimiento de referencia para la aproximación debería ser el siguiente:

- a) el avión debería tener la masa máxima de aterrizaje respecto a la cual se solicita la homologación acústica;

- b) durante todo el ensayo de demostración para la homologación acústica de aproximación, la velocidad de rotación (rpm) de la hélice o del motor y el régimen de potencia del motor, la velocidad aerodinámica, la pendiente de descenso, la actitud y configuración del avión, deberían ser los especificados en el manual de vuelo para aterrizajes STOL; y
- c) el empuje negativo después del aterrizaje debería ser el máximo especificado en el manual de vuelo.

7. OTROS DATOS DE RUIDO

Cuando las autoridades encargadas de la homologación lo especifiquen, deberían suministrarse datos que permitan evaluar los niveles medidos del ruido mediante niveles generales de presión acústica de ponderación “A” [dB(A)].

ADJUNTO C. DIRECTRICES PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE GRUPOS AUXILIARES DE ENERGÍA (APU) Y SISTEMAS ASOCIADOS DE AERONAVE DURANTE OPERACIONES EN TIERRA

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 9.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El texto de orientación siguiente se ha preparado para información de los Estados que establecen especificaciones de homologación acústica para los grupos auxiliares de energía (APU) y los sistemas asociados de a bordo utilizados durante las operaciones normales en tierra.

1.2 Deberían aplicarse a los APU y sistemas asociados de aeronave instalados en aeronaves para las cuales se hubiera presentado una solicitud de certificado de aeronavegabilidad para el prototipo o para las cuales se hubiera llevado a cabo otro procedimiento prescrito equivalente el 26 de noviembre de 1981, o después de esa fecha.

1.3 En el caso de aeronaves de un diseño de tipo actual, respecto a las cuales se hubiese solicitado una modificación del diseño de tipo de la instalación básica APU, o se hubiera llevado a cabo un procedimiento prescrito equivalente el 26 de noviembre de 1981, o después de esa fecha, los niveles de ruido de los APU y sistemas asociados de aeronave instalados a bordo no deberían exceder de los niveles anteriores a la modificación, obtenidos de conformidad con las directrices siguientes.

2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL RUIDO

El procedimiento de evaluación del ruido debería estar de acuerdo con los métodos especificados en la Sección 4.

3. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

Los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en la Sección 4, no deberían exceder de los valores siguientes:

- a) 85 dB(A) en los puntos indicados en 4.4.2.2 a), b) y c);
- b) 90 dB(A) en un punto cualquiera del perímetro del rectángulo que se indica en la Figura C-2.

4. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DEL RUIDO

4.1 Generalidades

4.1.1 Se describen los procedimientos de ensayo para la medición del ruido en ciertos lugares (puertas de entrada de pasajeros y de carga, y puestos de servicio) y para la evaluación general del ruido alrededor de la aeronave.

4.1.2 Se identifican los requisitos relativos a los instrumentos, la adquisición, la reducción y la presentación de datos acústicos y atmosféricos, y demás información necesaria para notificar los resultados.

4.1.3 Los procedimientos comprenden el registro de datos en cinta magnética para tratamiento posterior. El empleo de un sistema que consta de un magnetófono y de un analizador-integrador en función del tiempo elimina la necesidad de establecer visualmente la media de las diferencias que intervienen en la lectura del sonómetro y del analizador de bandas de octava, lo que permite obtener resultados más precisos.

4.1.4 No se dictan disposiciones para predecir el ruido de los APU a partir de las características básicas de los motores ni para medir el ruido conjunto de varias aeronaves.

4.2 Condiciones generales de los ensayos

4.2.1 Condiciones meteorológicas

Viento: velocidad inferior o igual a 19 km/h (10 kt).

Temperatura: comprendida entre 2°C y 35°C.

Humedad: humedad relativa comprendida entre 30% y 90%.

Precipitación: ninguna.

Presión barométrica: comprendida entre 800 hPa y 1 100 hPa.

4.2.2 Lugar de los ensayos

Entre los micrófonos y la aeronave, el suelo debería estar constituido por una superficie dura y lisa. No debería hallarse obstáculo alguno entre la aeronave y los puntos de medición, ni tampoco superficie reflejante alguna (salvo el suelo y la aeronave) cerca de las trayectorias del sonido de manera que pudiera influir apreciablemente sobre los resultados. La superficie del terreno sobre el cual se encuentra la aeronave debería ser prácticamente plana y nivelada, por lo menos dentro del cuadrilátero que comprende una distancia de 60 m en los puntos de observación periféricos, previstos para el emplazamiento de los micrófonos, según 4.4.2.2 d).

4.2.3 Ruido ambiente

Debería determinarse el ruido ambiente del sistema de medición y de la zona de los ensayos (es decir, que comprenda a la vez el ruido de fondo y el ruido eléctrico de los aparatos de medición).

4.2.4 Instalación de los APU

Deberían ensayarse los APU y los sistemas asociados de aeronave de cada modelo de aeronave respecto a la cual se requieran datos acústicos.

4.2.5 Configuración de la aeronave en tierra

Los mandos de la aeronave deberían estar trabados en configuración “neutra” o “limpia”, o en la configuración indicada para el abastecimientos y servicio en el manual de operaciones aprobado.

4.3 Instrumentos

4.3.1 Aeronave

Los datos operacionales que se enumeran en 4.5.4 deberían determinarse según los instrumentos y mandos normales de la aeronave.

4.3.2 Instrumentos acústicos

4.3.2.1 Generalidades

Los instrumentos y métodos de medición deberían estar de acuerdo con las especificaciones de las ediciones más recientes de las normas pertinentes, que se enumeran en las referencias (véase 4.6). La toma de muestras de los datos debería corresponder a un mínimo de 2,5 veces el período de integración para la reducción de los datos, que en ningún caso debería ser inferior a 8 s. Todos los niveles de presión acústica deberían expresarse en decibeles con relación a una presión de referencia de 20 μ Pa.

4.3.2.2 Sistema de adquisición de datos

Los instrumentos de grabación y análisis del ruido, indicados en el diagrama de la Figura C-1, deberían estar de acuerdo con las especificaciones siguientes:

4.3.2.2.1 Sistema microfónico

- a) En una gama de frecuencias comprendida como mínimo entre 45 Hz y 11 200 Hz, el sistema debería satisfacer los requisitos correspondientes a la última edición del documento de referencia núm. 10 (véase 4.6).
- b) Los micrófonos deberían ser omnidireccionales, con salida al aire libre para igualar la presión si son del tipo de condensador y sus coeficientes de presión y de temperatura ambiente deberían ser conocidos. Las especificaciones del amplificador deberían ser compatibles con las del micrófono y las del magnetófono.
- c) Los micrófonos deberían emplearse con pantalla de protección cuando la velocidad del viento exceda de 11 km/h (6 kt). Para tener en cuenta la presencia de esta pantalla, deberían corregirse los datos medidos en función de la frecuencia.

4.3.2.2.2 Magnetófono

El magnetófono podrá grabar directamente o mediante MF y sus características deberían ser las siguientes:

- a) gama dinámica de 50 dB como mínimo en las bandas de octava o de tercio de octava;
- b) precisión de la velocidad de cinta magnética: $\pm 0,2\%$ de la velocidad nominal;
- c) oscilación entre frecuencias altas y bajas (entre crestas) inferior a 0,5% de la velocidad de la cinta; y
- d) distorsión máxima del tercer armónico inferior al 2%.

4.3.2.3 Calibración

4.3.2.3.1 Micrófono

Debería llevarse a cabo una calibración de la respuesta de frecuencia antes de la serie de ensayos. Debería revisarse una segunda calibración después de los ensayos en un plazo de un mes después de la primera calibración, y por último es necesario volver a calibrar el micrófono cuando se suponga que ha sufrido choque o daño. Esta calibración debería abarcar como mínimo la gama de 45 Hz a 11 200 Hz. Las características de respuesta en presión del micrófono deberían corregirse para lograr una calibración de incidencia aleatoria.

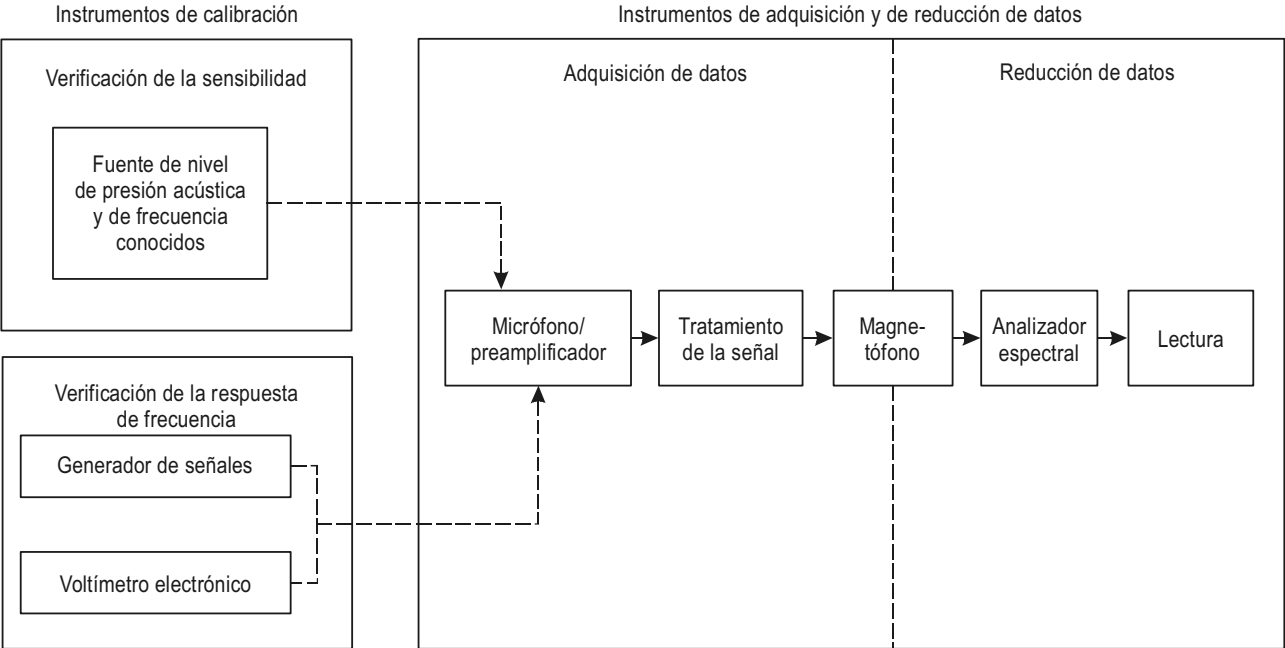


Figura C-1. Sistemas de medición del ruido

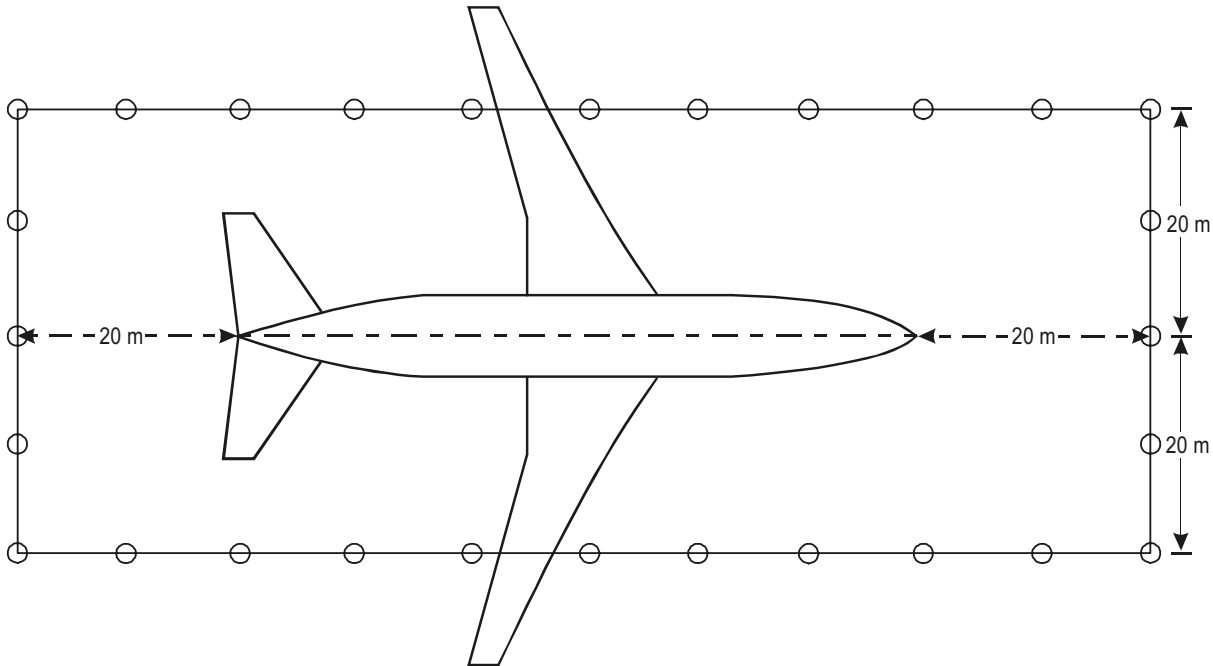


Figura C-2. Rectángulo de puntos de medición del ruido

4.3.2.3.2 Sistema de grabación

- a) Debería grabarse una cinta de calibración o una cinta que lleve un ruido de banda ancha o de señales sinusoidales que varíen en una gama mínima de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz, en el terreno o en laboratorio, al comienzo y al final de cada ensayo. La cinta debería llevar igualmente señales a las frecuencias utilizadas durante las verificaciones de sensibilidad a la presión acústica descritas más adelante.
- b) La señal de calibración, tensión de inserción, debería aplicarse a la entrada, y debería comprender todos los preamplificadores de acondicionamiento de las señales, redes y circuitos electrónicos del magnetófono que sirven para grabar los datos acústicos. Por otro lado, debería grabarse por lo menos durante 20 s, una “entrada en corto circuito” (es decir, después de haber reemplazado el elemento sensible a la presión del micrófono por una impedancia eléctrica equivalente) con el fin de verificar la gama dinámica del sistema y el ruido residual.
- c) La calibración de la sensibilidad de los micrófonos a la presión acústica, de conformidad con el diagrama de la Figura C-1, debería llevarse a cabo diariamente sobre el terreno, antes de efectuar las mediciones. Esta calibración debería efectuarse con un calibrador que produzca un nivel de presión acústica de amplitud constante conocida, en una o varias de las frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava que se indican en el documento de referencia núm. 11, en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz. Debería introducirse la corrección barométrica necesaria. Los aparatos de calibración utilizados deberían tener una precisión del orden de $\pm 0,5$ dB y su calibración debería estar de acuerdo con los documentos de referencia núms. 6 a 9 (véase 4.6).
- d) Cada cinta magnética debería tener una respuesta y un ruido de fondo comparables a los de la cinta de calibración. Al comienzo de cada cinta debería grabarse una onda sinusoidal de amplitud constante, con el fin de poder comparar la sensibilidad a la presión acústica de las diferentes cintas. La frecuencia de esta onda sinusoidal debería corresponder a la gama de frecuencias que se utiliza para verificar la sensibilidad a la presión acústica. A este fin se puede utilizar un dispositivo aparte, que produzca una tensión de inserción, o un calibrador acústico. En caso de utilizar este último instrumento, debería “asentarse” cuidadosamente y debería ajustarse a la presión ambiente con el fin de eliminar los efectos de la presión en la respuesta del calibrador y del micrófono.
- e) Deberían verificarse a cortos intervalos durante un ensayo los magnetófonos alimentados por pilas o acumuladores, para asegurarse de que estos últimos están

en buen estado. Los magnetófonos no deberían desplazarse durante el proceso de grabación, a menos que se haya demostrado que estos desplazamientos no ejercen influencia alguna sobre sus características.

4.3.2.3.3 Equipo de reducción de datos

El equipo de reducción de datos debería calibrarse mediante señales eléctricas de amplitud conocida, emitidas a frecuencias discretas o de banda ancha que abarquen la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz.

4.3.2.4 Reducción de datos

4.3.2.4.1 El sistema de reducción de datos de la Figura C-1 debería proporcionar niveles de presión acústica para las bandas de tercio de octava o de octava. Los filtros de los analizadores deberían estar de acuerdo con las especificaciones del documento de referencia núm. 12 (Clase II para los filtros de banda de octava y de Clase III para los filtros de banda de tercio de octava). La resolución de amplitud del analizador no debería ser inferior a 0,5 dB; la gama dinámica debería ser por lo menos de 50 dB entre la desviación máxima del analizador y la media cuadrática (rms) del ruido residual de este dispositivo en la banda de octava con el ruido residual más elevado. La respuesta de amplitud en la gama superior de 40 dB debería ser lineal con un margen de $\pm 0,5$ dB.

4.3.2.4.2 La media cuadrática de las presiones debería promediarse en función del tiempo, integrando el cuadrado de los datos de salida de los filtros de bandas de frecuencia, con un intervalo de integración no inferior a 8 s. Deberían tratarse todos los datos en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz. Estos datos deberían corregirse para tener en cuenta todos los errores conocidos o previsibles, por ejemplo, si la respuesta de frecuencias del sistema no fuera uniforme.

4.3.2.5 Sistema conjunto

4.3.2.5.1 Aparte de las especificaciones relativas a los sistemas componentes, la respuesta de frecuencia del sistema conjunto de adquisición y de reducción de datos debería ser uniforme con un margen de ± 3 dB en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz. Dentro de esta gama, el gradiente de respuesta de frecuencia no debería ser superior a 5 dB por octava.

4.3.2.5.2 La resolución de amplitud debería ser de 1,0 dB como mínimo. La gama dinámica debería ser de 45 dB como mínimo entre la lectura máxima de la escala y la media cuadrática del ruido residual del sistema en la banda de frecuencias con el ruido residual más elevado. La respuesta de amplitud debería ser lineal con un margen de $\pm 0,5$ dB en los 35 dB superiores de cada banda de frecuencias.

4.3.3 Datos meteorológicos

La velocidad del viento debería medirse con un anemómetro cuya escala abarque como mínimo de 0 a 28 km/h (0 a 15 kt), con una precisión de ± 2 km/h (± 1 kt). La medición de la temperatura debería efectuarse con un termómetro cuya escala abarque como mínimo de 0°C a 40°C con una precisión de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. La humedad relativa debería medirse con un higrómetro cuya escala abarque de 0 a 100% y cuya precisión mínima sea de $\pm 5\%$. Para la presión atmosférica, debería utilizarse un barómetro cuya escala abarque como mínimo de 800 a 1 100 hPa con una precisión de ± 3 hPa.

4.4 Procedimiento de ensayo

4.4.1 Condiciones de ensayo

4.4.1.1 Debería efectuarse un número suficiente de mediciones del ruido ambiental que sean representativas de todas las estaciones de medición acústica y para aportar datos de corrección que hayan de aplicarse, llegado el caso, al ruido medido del APU (véase 4.4.4).

4.4.1.2 El APU instalado debería atenerse a los niveles de ruido indicados en 3.1 en los puntos especificados bajo cargas tipo inferiores o iguales a las cargas impuestas por el generador eléctrico y los aparatos de aire acondicionado y asimismo por los sistemas asociados en condiciones normales de funcionamiento a la potencia máxima continua en tierra.

Nota.— La medición del ruido de un modelo particular de grupo auxiliar de energía instalado en un tipo determinado de aeronave no debe considerarse como representativa de las características de este mismo equipo instalado en aeronaves de otros tipos, ni tampoco de otros modelos de APU instalados en aeronaves del mismo tipo.

4.4.2 Lugares de medición acústica

4.4.2.1 A no ser que se especifique de otro modo, las mediciones del ruido deberían efectuarse con los micrófonos colocados a 1,6 m $\pm 0,025$ m (5,25 ft $\pm 1,0$ in) por encima del suelo o de la superficie en que podrían encontrarse los pasajeros o el personal de abastecimiento y servicios, con el diafragma de los micrófonos paralelo al suelo y hacia arriba.

4.4.2.2 Los lugares de medición del ruido deberían ser los siguientes:

- a) *puertas de entrada de carga:* deberían efectuarse mediciones en cada puerta de entrada de carga con la puerta abierta y la aeronave en la configuración normal para servicios en tierra. Estas mediciones deberían efectuarse en el centro del vano, en el plano del revestimiento del fuselaje;

- b) *puertas de entrada de pasajeros:* deberían efectuarse mediciones en cada puerta de entrada de pasajeros con la puerta abierta, sobre el eje vertical del vano, en el plano del revestimiento del fuselaje;
- c) *puestos de servicio en tierra:* deberían efectuarse mediciones en todos los puntos de servicio en tierra en que se encuentren normalmente las personas que se ocupan de estas operaciones. Estos puestos deberían determinarse por referencia a los manuales aprobados de operaciones y de servicios;
- d) *puntos de observación:* deberían seleccionarse puntos de medición adecuados a lo largo de los lados de un rectángulo en cuyo centro esté situada la aeronave objeto de ensayo según se ilustra en la Figura C-2. La distancia entre los puntos de medición no debería ser mayor de 10 m para aeronaves grandes. Esta distancia podría ser menor para aviones pequeños o para tener en cuenta condiciones particulares.

4.4.3 Lugares de medición meteorológica

Los datos meteorológicos deberían medirse en un lugar del terreno de ensayo situado dentro del sistema de micrófonos de la Figura C-2, pero en contra de viento con relación a la aeronave y a 1,6 m (5,25 ft) por encima del suelo.

4.4.4 Presentación de los datos

4.4.4.1 Los niveles acústicos de ponderación “A” deberían calcularse aplicando correcciones de ponderación de las frecuencias extraídas de las normas para sonómetros de precisión (referencia núm. 10) a los niveles de presión acústica de banda de octava o de tercio de octava. Los niveles de presión acústica de banda de octava pueden calcularse sumando las medias cuadráticas de las presiones acústicas de las bandas de tercio de octava pertinentes. Los niveles globales de presión acústica deberían calcularse sumando las medias cuadráticas de las presiones acústicas en las 24 bandas de tercio de octava o las ocho bandas de octava, comprendidas en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz.

4.4.4.2 Los niveles globales de presión acústica, los niveles acústicos de ponderación “A” y los datos de banda de tercio de octava o de octava deberían presentarse redondeados al decibel más próximo (dB), en forma de tabla, con representaciones gráficas complementarias, si fuera necesario. Los niveles de presión acústica deberían corregirse en caso necesario para tener en cuenta el elevado ruido ambiente. No es necesario efectuar correcciones si el nivel de presión acústica excede por lo menos en 10 dB del ruido ambiente. En el caso de niveles de presión acústica comprendidos entre 3 y 10 dB por encima del ruido ambiente, los valores medidos deberían corregirse para tener en cuenta el ruido ambiente mediante la sustracción logarítmica de los niveles. Si los niveles de presión acústica no exceden en más de 3 dB del

ruido ambiente, se pueden ajustar los valores medidos mediante un método convenido por las autoridades encargadas de la homologación.

4.4.4.3 No es necesario normalizar los datos acústicos para tener en cuenta las pérdidas debidas a la absorción atmosférica. Los resultados de los ensayos deberían notificarse en relación con las condiciones meteorológicas reinantes el día del ensayo.

4.5 Notificación de los datos

4.5.1 Datos de identificación

- a) Emplazamiento, fecha y hora del ensayo.
- b) Nombre del fabricante y modelo del APU y de los correspondientes sistemas asociados.
- c) Tipo, fabricante, modelo y número de matrícula de la aeronave.
- d) Vistas en planta y de perfil, según el caso, del contorno de la aeronave, indicando el emplazamiento del APU (incluso los orificios de entrada y de salida) de los equipos asociados y de todas las estaciones de medición acústica.

4.5.2 Descripción del emplazamiento de ensayo

- a) Tipo y emplazamiento de las superficies en tierra.
- b) Emplazamiento y número de todas las superficies reflejantes por encima del nivel del suelo, por ejemplo, edificios u otras aeronaves que haya que tener en cuenta a pesar de las precauciones indicadas en 4.2.2.

4.5.3 Datos meteorológicos (para cada condición de ensayo)

- a) Velocidad del viento, en km/h (kt) y dirección, en grados, con relación al eje de la aeronave (0° en adelante).
- b) Temperatura ambiente en °C.
- c) Humedad relativa, en porcentaje.
- d) Presión barométrica en hPa.

4.5.4 Datos operacionales (para cada condición de ensayo)

- a) Número y emplazamiento de los sistemas de aire acondicionado en funcionamiento.

- b) Velocidades de rotación del árbol del APU, en rpm o en porcentaje de la velocidad nominal.
- c) Velocidad nominal de rotación del árbol del APU en rpm.
- d) Carga sobre el árbol del APU en hp, (kW), o potencia eléctrica de salida en kVA.
- e) Carga neumática en kg/min proporcionada por los APU a todos los dispositivos neumáticos de la aeronave en ensayo (calculada si fuera necesario).
- f) Temperatura de los gases de escape del APU, en °C en el emplazamiento indicado en el manual de operaciones aprobado de la aeronave.
- g) Modo de funcionamiento del sistema de aire acondicionado, enfriamiento o calefacción.
- h) Temperatura de los conductos distribuidores de aire acondicionado, en °C.
- i) Sucesos acaecidos durante el ensayo que podrían influir sobre las mediciones.

4.5.5 Instrumentos

- a) Descripción somera (incluso el nombre del fabricante, el tipo o el número de modelo) de los instrumentos de medición acústica y meteorológica.
- b) Descripción somera (incluso el nombre del fabricante, el tipo o el número de modelo) de los sistemas de adquisición y de tratamiento de datos.

4.5.6 Datos acústicos

- a) Ruido ambiente.
- b) Datos acústicos especificados en 4.4.4, con descripción del emplazamiento de los micrófonos correspondientes.
- c) Lista de las normas aplicadas, descripción y justificación de cualquier diferencia con relación a estas normas.

4.6 Referencias

Normas afines para los instrumentos y los métodos de medición

1. *International Electrotechnical Vocabulary*, 2a. edición, IEC-50(08) (1960).

Adjunto C

2. *Acoustic Standard Tuning Frequency*, ISO-16.
3. *Expression of the Physical and Subjective Magnitudes of Sound or Noise*, ISO-131 (1959).
4. *Acoustics — Preferred Reference Quantities for Acoustic Levels*, ISO DIS 1638.2.
5. *Guide to the Measurement of Acoustical Noise and Evaluation of its Effects on Man*, ISO-2204 (1973).
6. *Precision Method for Pressure Calibration of One-inch Standard Condenser Microphone by the Reciprocity Technique*, IEC-327 (1971).
7. *Precision Method for Free Field Calibration of One-inch Standard Condenser Microphone by the Reciprocity Technique*, IEC-486 (1974).
8. *Values for the Difference between Free Field and Pressure Sensitivity Levels for One-inch Standard Condenser Microphone*, IEC-655 (1979).
9. *Simplified Method for Pressure Calibration of One-inch Standard Condenser Microphone by the Reciprocity Technique*, IEC-402 (1972).
10. *IEC Recommendations for Sound Level Meters, International Electrotechnical Commission*, IEC 651 (1979).

Anexo 16 — Protección del medio ambiente

11. *ISO Recommendations for Preferred Frequencies for Acoustical Measurements*, International Organization for Standardization, ISO/R266-1962(E).
12. *IEC Recommendations for Octave, Half-Octave and Third-Octave Band Filters Intended for the Analysis of Sounds and Vibrations*, International Electrotechnical Commission, IEC 225 (1966).

Nota.— Los textos y las especificaciones de estas publicaciones, en su forma enmendada, se incorporan como referencia en este adjunto.

Las publicaciones de la CEI pueden adquirirse en la dirección siguiente:

Bureau central de la Commission
électrotechnique internationale
3 rue de Varembe
Genève, Suisse

Las publicaciones de la ISO pueden adquirirse en la dirección siguiente:

International Organization for Standardization
1 rue de Varembe
Genève, Suisse

o en los organismos nacionales miembros de la ISO.

ADJUNTO D. DIRECTRICES PARA EVALUAR OTRO MÉTODO DE MEDICIÓN DEL RUIDO DE APROXIMACIÓN DE LOS HELICÓPTEROS

Nota.— En el procedimiento de referencia para la aproximación de la Parte II, Capítulo 8, 8.6.4 se especifica un solo ángulo de trayectoria de aproximación. Éste puede coincidir con el régimen de ruido de impetuosidad de algunos helicópteros pero no de otros. Para poder evaluar otros métodos de verificación de que se cumplen las normas de ruido, se insta a los Estados a que efectúen además las mediciones indicadas a continuación.

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente texto de orientación ha sido preparado para los Estados que deseen obtener nueva información en la que pueda basarse la futura revisión de los procedimientos de ensayo del ruido de aproximación que figuran en el Capítulo 8.

2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL RUIDO DE APROXIMACIÓN

Al realizar estos ensayos, se cumplirán las disposiciones del Capítulo 8, salvo lo siguiente.

2.1 Puntos de referencia para la medición del ruido de aproximación

Un punto de referencia de la trayectoria de vuelo situado en tierra a 120 m (394 ft) por debajo de las trayectorias de vuelo definidas en el procedimiento de referencia para la aproximación. En terreno horizontal, este punto corresponde a las posiciones siguientes:

- a) 2 290 m de la intersección de la trayectoria de aproximación de 3° con el plano del terreno;
- b) 1 140 m de la intersección de la trayectoria de aproximación de 6° con el plano del terreno;

- c) 760 m de la intersección de la trayectoria de aproximación de 9° con el plano del terreno.

2.2 Niveles máximos de ruido

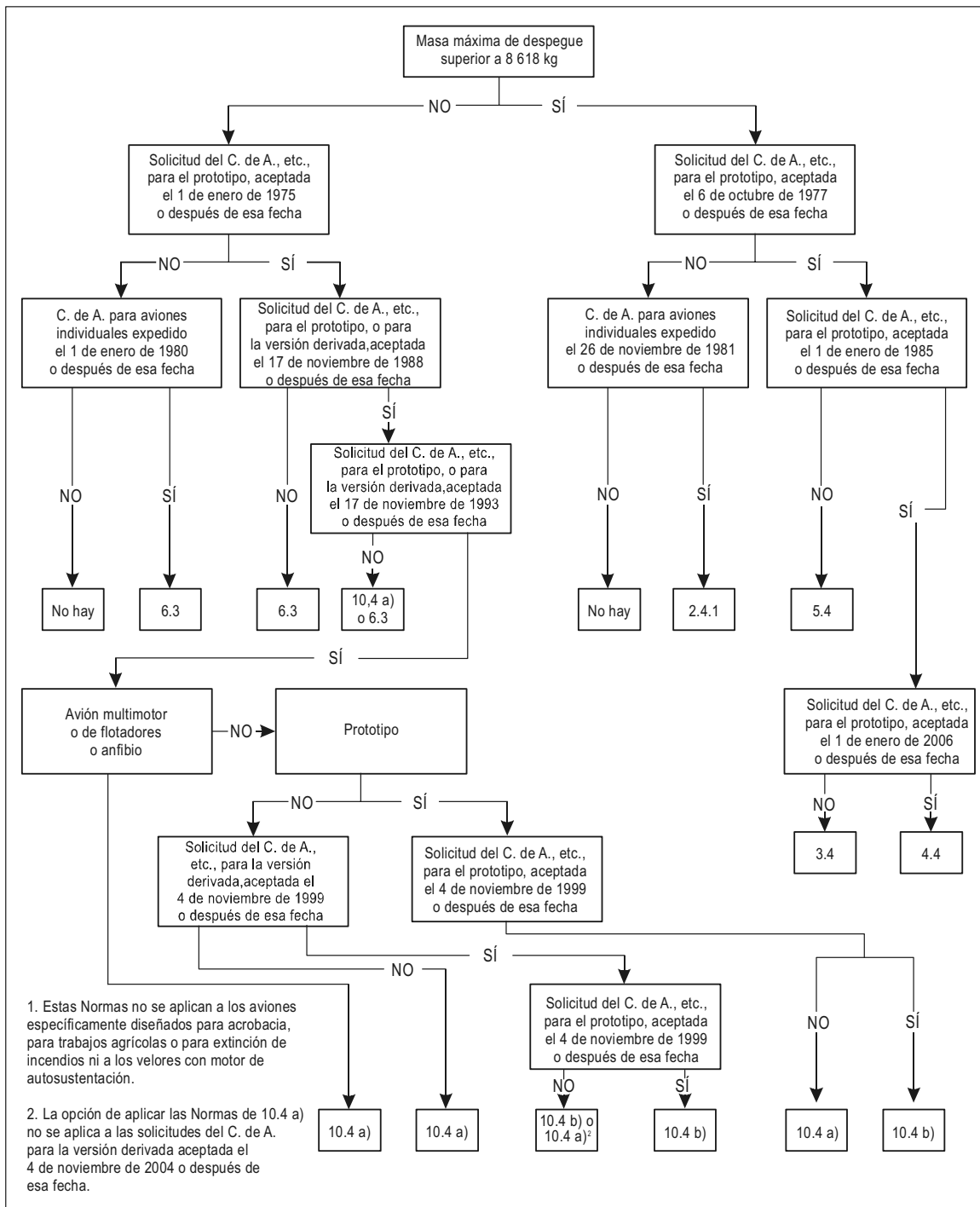
En el punto de referencia de la trayectoria de vuelo de aproximación: se calculará el nivel de ruido obteniendo la media aritmética de los niveles de ruido corregidos en las aproximaciones de 3°, 6° y 9°.

2.3 Procedimiento de referencia para la aproximación

El procedimiento de referencia para la aproximación se establecerá como sigue:

- a) el helicóptero se estabilizará y seguirá las trayectorias de aproximación de 3°, 6° y 9°;
- b) la aproximación se efectuará a una velocidad estabilizada que sea igual a la correspondiente al régimen óptimo de ascenso V_y , o a la mínima aprobada para la aproximación, de ambos valores el mayor, con la potencia estabilizada durante la aproximación y sobre el punto de referencia de la trayectoria de vuelo, y se mantendrá hasta la toma normal de contacto;
- c) la aproximación se efectuará con la velocidad de giro del rotor estabilizada a las rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para la aproximación;
- d) se mantendrá la configuración constante de aproximación utilizada en los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad, con el tren de aterrizaje desplegado, durante todo el procedimiento de referencia para la aproximación; y
- e) la masa del helicóptero, en el momento de la toma de contacto, será la masa máxima de aterrizaje en relación con la cual se solicita la homologación en cuanto al ruido.

ADJUNTO E. APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DEL ANEXO 16 PARA LOS AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE¹



ADJUNTO F. DIRECTRICES PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 13.

Nota 1.— Estas directrices son aplicables a aeronaves más pesadas que el aire que pueden ser mantenidas en vuelo principalmente por reacciones del aire en dos o más rotores impulsados por motor en los ejes cuya dirección pueda cambiar desde una posición esencialmente vertical hacia la horizontal.

Nota 2.— No se tiene el objetivo de que estas directrices se apliquen a aeronaves de rotor basculante que tengan una o más configuraciones que estén certificadas solamente para aeronavegabilidad de operaciones STOL. En tales casos, probablemente se requerirían directrices distintas o complementarias.

1. APLICACIÓN

Las siguientes directrices deberían aplicarse a todas las aeronaves de rotor basculante, incluidas sus versiones derivadas, respecto a las cuales se hubiese expedido el certificado de aeronavegabilidad de tipo el 13 de mayo de 1998 o después de esa fecha.

Nota.— La certificación de aeronaves de rotor basculante que sean capaces de soportar cargas externas o equipo externo debería realizarse sin tales cargas o equipo.

2. MEDIDA DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO

La medida de la evaluación del ruido debería ser el nivel efectivo de ruido percibido, expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2 de este Anexo.

Nota.— Deberían presentarse a las autoridades encargadas de la certificación para fines de planificación del uso de los terrenos otros datos en unidades SEL y $L_{Amáx}$ según lo definido en el Apéndice 4, y los SPL de un tercio de octava según lo definido en el Apéndice 2 correspondiente a $L_{Amáx}$.

3. PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO

En los ensayos que se lleven a cabo de conformidad con los procedimientos descritos en la Sección 6 y con los procedimientos de ensayo de la Sección 7 la aeronave de rotor

basculante no debería exceder de los niveles de ruido especificados en la Sección 4 en los siguientes puntos de referencia:

a) *Puntos de referencia para medición del ruido de despegue:*

- 1) un punto de referencia de trayectoria de vuelo situado en el suelo en la vertical por debajo de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el despegue (véase 6.2) y a una distancia de 500 m medida horizontalmente en el sentido del vuelo desde el punto en el que se inicia la transición al vuelo de ascenso en el procedimiento de referencia;
- 2) otros dos puntos en tierra colocados simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el despegue y que estén situados en una línea que pasa por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.

b) *Puntos de referencia para medición del ruido de sobrevuelo:*

- 1) un punto de referencia de trayectoria de vuelo situado en tierra a 150 m (492 ft) en la vertical por debajo de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para el sobrevuelo (véase 6.3);
- 2) otros dos puntos en tierra colocados simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para sobrevuelo y que estén situados en una línea que pasa por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.

c) *Puntos de referencia para medición del ruido de aproximación:*

- 1) un punto de referencia de trayectoria de vuelo situado en tierra a 120 m (394 ft) en la vertical por debajo de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para la aproximación (véase 6.4). En terreno horizontal, esto corresponde a una posición a 140 m desde la intersección de la trayectoria de aproximación de 6,0° con el plano del terreno;

- 2) otros dos puntos en tierra colocados simétricamente a 150 m a ambos lados de la trayectoria de vuelo definida en el procedimiento de referencia para la aproximación y que estén situados en una línea que pasa por el punto de referencia de la trayectoria de vuelo.

4. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

Para aeronaves de rotor basculante especificadas en la Sección 1, los niveles máximos de ruido, cuando se determinen de conformidad con el método de evaluación del ruido expuesto en el Apéndice 2 para helicópteros, no debería exceder de los siguientes valores:

- a) *En el punto de referencia de la trayectoria de vuelo de despegue:* 109 EPNdB para aeronaves de rotor basculante en modo VTOL/conversión cuya masa máxima certificada de despegue a la cual se solicita la homologación acústica sea igual o superior a 80 000 kg valor que disminuirá linealmente con el logaritmo de la masa de la aeronave de rotor basculante a razón de 3 EPNdB por disminución doble de la masa de 89 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.
- b) *En el punto de referencia de la trayectoria de sobrevuelo:* 108 EPNdB para aeronaves de rotor basculante en modo VTOL/conversión cuya masa máxima certificada de despegue a la cual se solicita la homologación acústica sea igual o superior a 80 000 kg valor que disminuirá linealmente con el logaritmo de la masa de la aeronave de rotor basculante a razón de 3 EPNdB por disminución doble de la masa de 88 EPNdB, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota 1.— Para las aeronaves de rotor basculante en modo de avión, no se especifica ningún nivel máximo de ruido.

Nota 2.— El modo VTOL/conversión es para todas las configuraciones aprobadas y modos de vuelo en los que la velocidad del rotor de funcionamiento por diseño es la utilizada para operaciones en vuelo estacionario.

- c) *En el punto de referencia de la trayectoria de vuelo de aproximación:* 110 EPNdB para aeronaves de rotor basculante en modo VTOL/conversión cuya masa máxima certificada de despegue a la cual se solicita la homologación acústica sea igual o superior a 80 000 kg valor que disminuirá linealmente con el logaritmo de la masa de la aeronave de rotor basculante a razón de 3 EPNdB por disminución doble de la masa de 90 EPNdB después de lo cual el límite se mantendrá constante.

Nota.— Las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue presentadas en la Sección 8 del Adjunto A, para las condiciones descritas en el Capítulo 8, están en consonancia con los niveles máximos de ruido definidos en estas directrices.

5. COMPENSACIONES

Si se exceden los niveles máximos de ruido en uno o dos puntos de medición:

- a) la suma de los excesos no debería ser superior a 4 EPNdB;
- b) todo exceso en un solo punto no debería ser superior a 3 EPNdB; y
- c) los excesos deberían compensarse por las reducciones correspondientes en otro u otros puntos de medición.

6. PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

6.1 Condiciones generales

6.1.1 En los procedimientos de referencia deberían cumplirse los requisitos apropiados de aeronavegabilidad.

6.1.2 Los procedimientos de referencia y las trayectorias de vuelo deberían ser aprobados por las autoridades encargadas de la certificación.

6.1.3 Salvo en las condiciones especificadas en 6.1.4, los procedimientos de referencia para el despegue, el sobrevuelo y la aproximación deberían ser los definidos en 6.2, 6.3 y 6.4, respectivamente.

6.1.4 Cuando el solicitante demuestre que las características de diseño de la aeronave de rotor basculante impedirían que el vuelo se realice de conformidad con 6.2, 6.3 ó 6.4, los procedimientos de referencia deberían:

- a) apartarse de los procedimientos de referencia definidos en 6.2, 6.3 ó 6.4 solamente en la amplitud requerida por aquellas características de diseño que imposibilitan el cumplimiento de los procedimientos de referencia; y
- b) ser aprobados por las autoridades encargadas de la certificación.

6.1.5 Deberían establecerse procedimientos de referencia en las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

- a) presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa;
- b) temperatura del aire ambiente de 25°C, es decir ISA + 10°C;
- c) humedad relativa del 70%; y
- d) sin viento.

6.1.6 En 6.2 d), 6.3 d) y 6.4 c), deberían adoptarse las rpm máximas de funcionamiento normal como velocidad

máxima del rotor para cada procedimiento de referencia correspondiente al límite de aeronavegabilidad impuesto por el fabricante y aprobado por las autoridades encargadas de la certificación. Cuando se especifique un valor de tolerancia para la velocidad máxima del rotor, debería tomarse como velocidad máxima normal del rotor en funcionamiento la velocidad máxima del rotor respecto a la cual se indica tal tolerancia. Si la velocidad del rotor está automáticamente enlazada a las condiciones de vuelo, debería utilizarse la máxima velocidad del rotor en condiciones normales de funcionamiento correspondiente a tal condición de vuelo durante el procedimiento de homologación acústica. Si puede modificarse por intervención del piloto la velocidad del rotor, debería utilizarse la máxima velocidad normal del rotor especificada en la sección de limitaciones del manual de vuelo para condiciones de motor en marcha durante el procedimiento de homologación acústica para la correspondiente condición de vuelo.

6.2 Procedimiento de referencia para el despegue

El procedimiento de vuelo de referencia para el despegue debería establecerse como sigue:

- a) debería mantenerse durante todo el procedimiento de referencia para el despegue una configuración de despegue constante, incluido el ángulo de la barquilla, seleccionados por el solicitante;
- b) la aeronave de rotor basculante debería estabilizarse a la potencia máxima de despegue correspondiente a la potencia mínima disponible según la especificación de los motores instalados en las condiciones ambientales de referencia o con límite de torsión en la caja de engranajes de ambos valores el menor, y a lo largo de una trayectoria que empieza en el punto situado a 500 m por delante del punto de referencia de trayectoria de despegue a 20 m (65 ft) por encima del suelo;
- c) debería mantenerse durante todo el procedimiento de referencia para el despegue el ángulo de la barquilla y la correspondiente velocidad vertical óptima de ascenso o la ínfima velocidad aprobada para el ascenso después del despegue, de ambos valores el mayor;
- d) debería realizarse el ascenso continuo con la velocidad del rotor estabilizada a las rpm de funcionamiento normal máximas certificadas para el despegue;
- e) la masa de la aeronave de rotor basculante debería ser la masa máxima de despegue a la cual se solicita la homologación acústica; y
- f) se define la trayectoria de referencia para el despegue como un tramo en línea recta inclinado desde el punto inicial [500 m antes del punto de medición del ruido central y a 20 m (65 ft) por encima del nivel del suelo] a un ángulo definido por la velocidad vertical óptima

de ascenso (BRC) y la velocidad vertical óptima de ascenso correspondiente al ángulo de la barquilla seleccionado y para rendimiento del motor de especificación mínima.

6.3 Procedimiento de referencia para el sobrevuelo

El procedimiento de vuelo de referencia para el sobrevuelo debería establecerse como sigue:

- a) la aeronave de rotor basculante debería estabilizarse en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de trayectoria de vuelo a una altura de 150 m (492 ft);
- b) debería mantenerse durante todos los procedimientos de referencia para sobrevuelo la configuración constante seleccionada por el solicitante;
- c) la masa de la aeronave de rotor basculante debería ser la masa máxima de despegue a la cual se solicita la homologación acústica; y
- d) en el modo VTOL/conversión, deberían mantenerse durante todo el procedimiento de referencia para el sobrevuelo el ángulo de la barquilla en el punto de funcionamiento fijo autorizado que esté más cerca del ángulo mínimo de la barquilla certificado para velocidad aerodinámica igual a cero, una velocidad de $0,9 V_{CON}$ y una velocidad estabilizada del rotor a las rpm máximas normales de funcionamiento certificadas para vuelo horizontal;

Nota.— Para fines de homologación acústica, se define V_{CON} como la velocidad máxima autorizada para modo VTOL/conversión a un ángulo especificado de la barquilla.

- e) en el modo de avión, deberían mantenerse las barquillas en la posición de descenso-parada durante todo el procedimiento de referencia para sobrevuelo, con:
 - 1) la velocidad de rotor estabilizada a las rpm correspondientes al modo VTOL/conversión y a una velocidad de $0,9 V_{CON}$; y
 - 2) velocidad del rotor estabilizada a las rpm de crucero normales correspondientes al modo de avión y a la correspondiente $0,9 V_{MCP}$ o $0,9 V_{MO}$, de ambos valores el menor, certificadas para vuelo horizontal.

Nota 1.— Para fines de homologación acústica, se define V_{MCP} como la velocidad aerodinámica máxima límite de funcionamiento, para modo de avión correspondiente a la mínima con motor instalado, a la potencia máxima continua (MCP) disponible, a la presión al nivel del mar (1 013,25 hPa), en las condiciones de

temperatura ambiente de 25°C a la masa máxima certificada pertinente; y V_{MO} como la velocidad aerodinámica máxima límite de funcionamiento (MO) que no puede ser deliberadamente excedida.

Nota 2.— Deberían indicarse en el manual de vuelo aprobado los valores de V_{CON} y V_{MCP} o V_{MO} utilizados para la homologación acústica.

6.4 Procedimiento de referencia para la aproximación

El procedimiento de vuelo de referencia para la aproximación debería establecerse como sigue:

- a) la aeronave de rotor basculante debería estabilizarse y seguir una trayectoria de aproximación de 6,0°;
- b) la aproximación debería realizarse en una configuración aprobada para aeronavegabilidad en la cual se produce el ruido máximo a una velocidad aerodinámica estabilizada, igual a la velocidad vertical de ascenso óptima correspondiente al ángulo de barquilla o a la velocidad aerodinámica aprobada mínima para la aproximación, de ambos valores el mayor, y con la potencia estabilizada durante la aproximación y por encima del punto de referencia de trayectoria de despegue y mantenerse hasta la toma de contacto normal;
- c) la aproximación debería realizarse con la velocidad del rotor estabilizada a las rpm máximas normales de funcionamiento certificadas para la aproximación;
- d) debería mantenerse durante todo el procedimiento de referencia para la aproximación la configuración de aproximación constante utilizada en los ensayos de certificación de la aeronavegabilidad, con el tren de aterrizaje desplegado; y
- e) la masa de la aeronave de rotor basculante en el punto de toma de contacto debería ser la masa máxima de aterrizaje a la cual se solicita la homologación acústica.

7. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

7.1 Los procedimientos de ensayo deberían ser aceptables para la autoridad encargada de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica del Estado que expide el certificado.

7.2 Deberían realizarse los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido y tramitarse de una forma aprobada para obtener la medición de evaluación del ruido designada en la Sección 2.

7.3 Las condiciones de ensayo y los procedimientos deberían ser similares a las condiciones y procedimientos de referencia o deberían ajustarse los datos acústicos mediante los métodos esbozados en el Apéndice 2 para helicópteros, las condiciones de referencia y los procedimientos especificados en este adjunto.

7.4 Los ajustes correspondientes a diferencias entre los procedimientos de ensayo y de vuelo de referencia no deberían exceder:

- a) para el despegue en 4,0 EPNdB, de los cuales la suma aritmética de delta 1 y del término $-7,5 \log (QK/Q_r K_r)$ de delta 2 no deberían en total exceder de 2,0 EPNdB; y
- b) para el sobrevuelo o la aproximación en 2,0 EPNdB.

7.5 Durante el ensayo las rpm del rotor no deberían en promedio variar de las rpm máximas de funcionamiento normal en más de $\pm 1,0\%$ durante el tiempo de disminución de 10 dB.

7.6 La velocidad aerodinámica de la aeronave de rotor basculante no debería apartarse de la velocidad aerodinámica de referencia apropiada a la demostración del vuelo, en más de ± 9 km/h (5 kt) durante todo el período de tiempo de disminución de 10 dB.

7.7 El número de sobrevuelos horizontales realizado con el componente del viento de frente debería ser igual al número de sobrevuelos horizontales realizados con el componente de viento de cola.

7.8 La aeronave de rotor basculante debería volar en un entorno de $\pm 10^\circ$ o ± 20 m, de ambos valores el mayor, respecto a la vertical por encima de la derrota de referencia en todo el período de disminución de 10 dB (véase la Figura 8-1 de la Parte II, Capítulo 8).

7.9 La altura de la aeronave de rotor basculante no debería apartarse, durante el sobrevuelo, de la altura de referencia en el punto de sobrevuelo en ± 9 m (30 ft).

7.10 Durante la demostración del ruido de aproximación, debería establecerse la aeronave de rotor basculante en una configuración de aproximación a velocidad constante estabilizada dentro del espacio aéreo comprendido entre los ángulos de aproximación de 5,5° y de 6,5°

7.11 Deberían realizarse los ensayos a una masa de la aeronave de rotor basculante no inferior al 90% de la masa máxima certificada pertinente y pueden realizarse a una masa que no exceda del 105% de la masa máxima certificada pertinente. Para cada una de las condiciones de vuelo, debería completarse por lo menos un ensayo a la masa máxima certificada o a un valor superior.

ADJUNTO G. DIRECTRICES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DE HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

Nota.— Véase la Parte II, Capítulo 1.

1. INTRODUCCIÓN

La información que sigue está dirigida a los Estados que desean más orientación sobre la administración de la documentación de homologación acústica. El objetivo perseguido no es aplicar estas directrices retroactivamente, pero los Estados pueden aplicar en forma retroactiva los formatos propuestos, si así lo desean.

2. DOCUMENTACIÓN DE HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

2.1 Información requerida

2.1.1 En el Capítulo 1, 1.5, se especifica qué información deberá incluirse, como mínimo, en la documentación de homologación acústica. En los párrafos que siguen se proporciona más información sobre estos datos. Cabe señalar que todos los datos deben estar numerados de conformidad con la Parte II, Capítulo 1, 1.5 y 1.6 empleando la numeración arábica, a fin de facilitar el acceso a la información cuando se expida documentación de homologación acústica en un idioma extranjero para el usuario de la información. Algunos datos corresponden a ciertos capítulos únicamente; en estos casos se indican los capítulos pertinentes.

2.1.2 Dato 1. Nombre del Estado

Nombre del Estado que expide la documentación de homologación acústica. Este dato debería corresponder a la información que figura en el certificado de matrícula y en el certificado de aeronavegabilidad.

2.1.3 Dato 2. Título del documento de homologación acústica

Como se explica en la Sección 2.3, pueden expedirse varios tipos diferentes de documentos, dependiendo del sistema administrativo para la utilización de la documentación de homologación acústica. El sistema escogido determinará el nombre de los documentos, por ejemplo “certificado de homologación acústica”, “documento de homologación acústica” u otra designación que el Estado de matrícula emplee en su sistema administrativo.

2.1.4 Dato 3. Número del documento

Número único, expedido por el Estado de matrícula, que identifica este documento en su administración. Este número facilitará las consultas con respecto al documento.

2.1.5 Dato 4. Marca de nacionalidad o marca común y marcas de matrícula

Marca de nacionalidad o marca común y marcas de matrícula expedidas por el Estado de matrícula de conformidad con el Anexo 7. Este dato debería corresponder a la información que figura en el certificado de matrícula y en el certificado de aeronavegabilidad.

2.1.6 Dato 5. Fabricante y designación de la aeronave dada por el fabricante

Tipo y modelo de la aeronave de que se trata. Este dato debería corresponder a la información que figura en el certificado de matrícula y en el certificado de aeronavegabilidad.

2.1.7 Dato 6. Número de serie de la aeronave

Número de serie de la aeronave dado por el fabricante de la misma. Este dato debería corresponder a la información que figura en el certificado de matrícula y en el certificado de aeronavegabilidad.

2.1.8 Dato 7. Fabricante, tipo y modelo de motor

Designación de los motores instalados para fines de identificación y verificación de la configuración de la aeronave; debería contener el tipo y modelo de los motores de que se trate. La designación debería hacerse de acuerdo con el certificado de tipo o el certificado de tipo suplementario para los motores de que se trate.

2.1.9 Dato 8. Tipo y modelo de hélice para los aviones propulsados por hélice

Designación de las hélices instaladas para fines de identificación y verificación de la configuración de la aeronave; debería contener el tipo y modelo de las hélices de que se

trate. La designación debería hacerse de acuerdo con el certificado de tipo o el certificado de tipo suplementario para las hélices de que se trate. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aviones propulsados por hélice.

2.1.10 *Dato 9. Masa máxima de despegue y unidad*

Masa máxima de despegue, en kilogramos, correspondiente a los niveles de ruido homologados de la aeronave. La unidad (kg) debería especificarse explícitamente a fin de evitar interpretaciones erróneas. Si la unidad primaria de masa para el Estado de diseño de la aeronave no es el kilogramo, el factor de conversión empleado debería ser acorde con el Anexo 5.

2.1.11 *Dato 10. Masa máxima de aterrizaje y unidad para los certificados expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12*

Masa máxima de aterrizaje, en kilogramos, correspondiente a los niveles de ruido homologados de la aeronave. La unidad (kg) debería especificarse explícitamente a fin de evitar interpretaciones erróneas. Si la unidad primaria de masa para el Estado de diseño de la aeronave no es el kilogramo, el factor de conversión empleado debería ser acorde con el Anexo 5. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica expedida de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12.

2.1.12 *Dato 11. Capítulo y párrafo del Anexo 16, Volumen I, de conformidad con el cual se concede la homologación a la aeronave*

Capítulo del Anexo 16, Volumen I, de acuerdo con el cual la aeronave de que se trata ha recibido la homologación acústica. Para los Capítulos 2, 8, 10 y 11, debería incluirse también la sección que especifica los límites de ruido.

2.1.13 *Dato 12. Modificaciones adicionales incorporadas con el fin de cumplir las normas de homologación acústica aplicables*

Esta información debería incluir, como mínimo, todas las modificaciones adicionales a la aeronave básica según los datos 5, 7 y 8 que son indispensables a fin de cumplir los requisitos de este Anexo y según los cuales se homologa la aeronave como se indica en el dato 11. Otras modificaciones que no son indispensables para cumplir los requisitos de dicho capítulo, pero que son necesarias para alcanzar los niveles de ruido homologados que se indican, también pueden incluirse a discreción de la autoridad que otorga la homologación. Las modificaciones adicionales deberían indicarse empleando referencias inequívocas, tales como los números de certificado de tipo suplementario (STC), números de piezas únicas o designadores de tipo o modelo dados por el fabricante de la modificación.

2.1.14 *Dato 13. Nivel de ruido lateral a plena potencia en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12*

El nivel de ruido lateral a plena potencia definido en el capítulo pertinente. Debería especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debería redondearse al décimo de dB más próximo. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aeronaves homologadas de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12.

2.1.15 *Dato 14. Nivel de ruido de aproximación en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5, 8 y 12*

El nivel de ruido de aproximación definido en el capítulo pertinente. Debería especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debería redondearse al décimo de dB más próximo. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aeronaves homologadas de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5, 8 y 12.

2.1.16 *Dato 15. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12*

El nivel de ruido de sobrevuelo definido en el capítulo pertinente. Debería especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debería redondearse al décimo de dB más próximo. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aeronaves homologadas de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 12.

2.1.17 *Dato 16. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 6, 8 y 11*

El nivel de ruido de sobrevuelo definido en el capítulo pertinente. Debería especificarse la unidad [p. ej., EPNdB o dB(A)] del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debería redondearse al décimo de dB más próximo. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aeronaves homologadas de conformidad con los Capítulos 6, 8 y 11.

2.1.18 *Dato 17. Nivel de ruido de despegue en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 8 y 10*

El nivel de ruido de despegue definido en el capítulo pertinente. Debería especificarse la unidad [p. ej., EPNdB o

dB(A)] del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debería redondearse al décimo de dB más próximo. Esta información se incluye únicamente en la documentación de homologación acústica para aeronaves homologadas de conformidad con los Capítulos 8 y 10.

2.1.19 Dato 18. Declaración de cumplimiento, incluyendo la referencia al Anexo 16, Volumen II

Declaración de que la aeronave de que se trata cumple los requisitos acústicos aplicables. Debería hacerse referencia al Volumen I del Anexo 16. Además, debería hacerse referencia a los requisitos acústicos nacionales.

2.1.20 Dato 19. Fecha de expedición del documento de homologación acústica

Fecha en que se expide el documento de homologación acústica.

2.1.21 Dato 20. Firma del funcionario que expide el documento de homologación acústica

Firma del funcionario que expide el documento de homologación acústica. Pueden agregarse otros elementos de información tales como un sello o un timbre.

2.2 Información adicional

2.2.1 Los Estados pueden decidir agregar información adicional a la documentación de homologación acústica, a su propia discreción. Sin embargo, debería procederse con cautela para garantizar que la información proporcionada no se confunda con los niveles oficiales de homologación acústica. En particular, los niveles de ruido tomados en condiciones diferentes de las condiciones de homologación acústica deberían indicarse claramente como información complementaria. La información adicional debe incluirse en la casilla de “observaciones” o en casillas independientes. Estas casillas *no* deberían estar numeradas a fin de evitar la numeración que no está normalizada y permitir futuras modificaciones al sistema de numeración. Las casillas deberían contener una descripción adecuada de la información adicional que se provee. En 2.2.2 a 2.2.7 figuran ejemplos de información adicional posible.

2.2.2 Logotipo y nombre de la autoridad que otorga la homologación

A fin de facilitar el reconocimiento de la autoridad que otorga la homologación pueden agregarse el logotipo o símbolo y el nombre de dicha autoridad.

2.2.3 Límites de ruido

Si se agregan, los límites de ruido deberían indicarse de acuerdo con los requisitos acústicos de que se trate y deberían citarse, redondeados al décimo más cercano de decibel, en la unidad apropiada. Si los requisitos acústicos nacionales emplean límites diferentes (más o menos estrictos), esto debería indicarse claramente y, a fin de evitar confusión, deberían indicarse también los límites de la OACI.

2.2.4 Idioma

Los Estados que publiquen su documentación de homologación acústica en un idioma que no sea el inglés deberían proporcionar una traducción al inglés, de acuerdo con el Anexo 6.

2.2.5 Referencias a los requisitos nacionales

Las referencias a los requisitos nacionales pueden combinarse con el dato 18 o pueden agregarse como un dato separado.

2.2.6 Otras modificaciones de las aeronaves

A discreción del Estado de matrícula pueden indicarse otras modificaciones del modelo básico de la aeronave, como se especifica en los datos 5 y 7 a 10 a fin de ayudar a identificar la configuración acústica. Cabe señalar que toda modificación que sea necesaria para cumplir con las normas respecto a las cuales se expide un documento debería notificarse en el marco del dato 12.

2.2.7 Fecha de vencimiento

Si el Estado de matrícula limita la validez de la documentación de homologación acústica, ésta debería incluir la fecha de vencimiento.

2.3 Formatos para la documentación de homologación acústica

2.3.1 Dada la amplia variedad de requisitos administrativos de los sistemas de documentación de homologación acústica, se prevén tres opciones normalizadas:

- 1) un certificado de homologación acústica independiente en el que todos los requisitos de información obligatoria establecidos en el Anexo 16, Volumen I, figuran en un solo documento;
- 2) dos documentos complementarios, de los cuales uno puede ser el manual de vuelo del avión (AFM) o el manual de operación de la aeronave (AOM);
- 3) tres documentos complementarios.

2.3.2 Opción 1. Un documento

La primera opción es un sistema administrativo en el que el documento que acredita la homologación acústica es un certificado de homologación independiente que contiene todos los datos indicados en la Parte II, Capítulo 1, 1.5. En la Figura G-1 se proporciona un formato normalizado. Los Estados que emplean este formato podrán apartarse del mismo cuando necesiten cumplir requisitos nacionales o incluir datos adicionales. Sin embargo, en general debería ser similar al de la Figura G-1. Cabe señalar que no todos los datos se mencionarán en todos los certificados de homologación acústica. Por ejemplo, en un certificado no se mencionarán todos los datos 13 a 17, puesto que no todos se aplican a cada capítulo. Normalmente, se expedirá y será válido al mismo tiempo un certificado por número de serie de aeronave. Si un certificado de homologación acústica ha perdido su validez, dicho certificado debería suspenderse o revocarse a fin de evitar la situación en que estén vigentes más de un certificado por aeronave. Si se han expedido varios documentos para esta opción, debería resultar fácil determinar qué documento es aplicable en un momento determinado.

2.3.3 Opción 2. Dos documentos complementarios

2.3.3.1 La segunda opción es un sistema administrativo que consiste en dos documentos, y en el que el primer documento oficial acredita la homologación acústica, pero se limita a la identificación de la aeronave y a la declaración de cumplimiento, y contiene únicamente los datos 1 a 6 y los datos 18 a 20 descritos en 2.1. Esto puede hacerse en la forma de un certificado de homologación (limitado) o en la forma de un certificado de aeronavegabilidad para los Estados que incluyen los requisitos acústicos entre sus requisitos de aeronavegabilidad. En este último caso, no es necesaria la información del dato 18 (declaración de cumplimiento con referencia al Anexo 16), puesto que el cumplimiento está implícito. La numeración de los datos del certificado de aeronavegabilidad se ajustará a lo prescrito en el Anexo 8. En estos casos, los datos restantes de 2.1 deberían transferirse a un documento de homologación acústica normalizado complementario, por lo general una página del AFM o del AOM autenticada por el Estado de matrícula, cuyo formato puede ser muy similar al del certificado de homologación acústica descrito en 2.3.2. Por lo tanto, el formato indicado en la Figura G-1 puede servir también como formato estándar para el documento complementario, aunque algunos datos no sean necesarios.

2.3.3.2 Normalmente, debería expedirse únicamente un conjunto de estos dos documentos para cada aeronave. Si un documento de homologación acústica ha perdido validez, el mismo debería suspenderse o revocarse. Si se han expedido varios documentos en el marco de esta opción, de la documentación debería surgir obviamente qué documento es aplicable en un momento dado.

2.3.4 Opción 3. Tres documentos complementarios

2.3.4.1 La tercera opción es un sistema administrativo que consiste en tres documentos, de los cuales el primer documento oficial es idéntico al primer documento de la opción 2, 2.3.3.1. Dicha opción acredita la homologación acústica y, por lo tanto, se limita a la identificación de la aeronave y a la declaración de cumplimiento, conteniendo únicamente los datos 1 a 6 y 18 a 20 de 2.1. Esto puede hacerse en la forma de un certificado de homologación acústica o de un certificado de aeronavegabilidad para los Estados que incluyen los requisitos acústicos entre sus requisitos de aeronavegabilidad (con la misma observación que en la segunda opción). Los datos de 2.1 que restan deberían transferirse al segundo y tercer documentos complementarios de homologación acústica.

2.3.4.2 El segundo documento, presentado generalmente como una página (o un conjunto de páginas) del AFM o del AOM, autenticado por el Estado de matrícula, indica todas las configuraciones explotadas o que se prevé explotar, en la flota de aeronaves, desde la fecha en que se expidió la página. La flota está compuesta de todas las aeronaves que se explotan con el mismo manual de vuelo. El formato de la información puede ser muy similar al formato del certificado de homologación acústica descrito en 2.3.2, correspondiendo toda la información a una configuración dada que comprende los datos 5 y 7 a 17. Cada lista de parámetros que corresponde a una configuración dada se identifica mediante un “número de configuración”, por ejemplo “x”. Por lo tanto, el formato que se presenta en la Figura G-1 puede servir también para esos datos, agregándose el número de configuración.

2.3.4.3 El tercer documento dentro de esta opción se expide de acuerdo con un procedimiento reglamentario nacional. En este documento se declara que una aeronave con un número de serie dado ha realizado operaciones en el número de configuración “x” desde la fecha de expedición de este tercer documento. Si se han expedido varios documentos para esta opción, de la documentación debería surgir obviamente qué documento es aplicable en un momento dado.

Para uso del Estado de matrícula	1. <Estado de matrícula>		3. Número de documento:	
2. CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA				
4. Marcas de nacionalidad y de matrícula:	5. Fabricante y designación de la aeronave dada por el fabricante:		6. Número de serie de la aeronave:	
7. Motor:		8. Hélice:*		
9. Masa máxima de despegue:	10. Masa máxima de aterrizaje:*	11. Norma de homologación acústica:		
kg	kg			
12. Modificaciones adicionales incorporadas a fin de cumplir las normas de homologación acústica aplicables:				
13. Nivel de ruido lateral a plena potencia:*	14. Nivel de ruido de aproximación:*	15. Nivel de ruido de sobrevuelo:*	16. Nivel de ruido de sobrevuelo:*	17. Nivel de ruido de despegue:*
Observaciones:				
18. El presente certificado de homologación acústica se expide de conformidad con el Volumen I del Anexo 16 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, con respecto a la aeronave mencionada antes, que se considera que cumple con la norma acústica mencionada cuando se la mantiene y explota de conformidad con los requisitos y restricciones de las operaciones pertinentes.				
19. Fecha de expedición		20. Firma		

* Estas casillas pueden omitirse, dependiendo de la norma de homologación acústica.

Figura G-1. Homologación acústica

ADJUNTO H. DIRECTRICES PARA OBTENER DATOS DEL RUIDO DE HELICÓPTEROS PARA FINES DE PLANIFICACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL TERRENO

1. INTRODUCCIÓN

El texto de orientación que sigue ha sido preparado para los Estados que deseen emplear datos para la homologación acústica, o datos de la prueba suplementaria opcional, para fines de planificación de la utilización del terreno. El objetivo de este texto de orientación es facilitar la obtención de datos apropiados para la predicción de curvas de exposición al ruido de helicópteros y la elaboración de procedimientos operacionales para la atenuación del ruido de helicópteros.

2. PROCEDIMIENTOS RELATIVOS A LA RECOPIACIÓN DE LOS DATOS

2.1 Los datos apropiados para fines de planificación de la utilización del terreno pueden obtenerse directamente de los datos para la homologación acústica del Capítulo 8. Los solicitantes que se rijan por el Capítulo 8 pueden optar por obtener datos apropiados para fines de planificación de la utilización del terreno por medio de otros procedimientos de despegue, aproximación y sobrevuelo definidos por el solicitante y aprobados por la autoridad de homologación. Los procedimientos de sobrevuelo alternativos deberían llevarse a cabo por encima del punto de referencia de la trayectoria de vuelo, a una altura de 150 m.

2.2 Los datos de homologación acústica del Capítulo 11 pueden proporcionarse para fines de planificación de la utilización del terreno. Los solicitantes que se rijan por el Capítulo 11 pueden optar por proporcionar datos obtenidos por medio de procedimientos de sobrevuelo alternativos a 150 m por encima del nivel del terreno. Al obtener datos para fines de planificación de la utilización del terreno, los solicitantes que se rijan por el Capítulo 11 deberían considerar, para la

obtención de los datos, el uso de dos micrófonos adicionales dispuestos simétricamente a 150 m a cada lado de la trayectoria de vuelo o mediante procedimientos adicionales de despegue y aproximación definidos por el solicitante y aprobados por la autoridad de homologación.

2.3 Todos los datos proporcionados para fines de planificación de la utilización del terreno deberían corregirse de conformidad con las condiciones de referencia apropiadas mediante los procedimientos aprobados del Capítulo 8 y del Capítulo 11 o, para procedimientos de vuelo alternativos, mediante procedimientos de corrección apropiados aprobados por la autoridad de homologación.

3. NOTIFICACIÓN DE LOS DATOS

3.1 Todos los datos proporcionados para fines de planificación de la utilización del terreno deberían someterse a la aprobación de la autoridad de homologación. Los datos aprobados y los correspondientes procedimientos de vuelo deberían presentarse como información suplementaria en el manual de vuelo de helicópteros.

3.2 Se recomienda que todos los datos proporcionados para fines de planificación de la utilización del terreno se presenten con relación al nivel medio de exposición al ruido (L_{AE}), definido en el Apéndice 4 de este volumen, para puntos de medición de la línea lateral izquierda, central y lateral derecha, definidos con relación a la dirección del vuelo para cada prueba. También pueden proporcionarse datos adicionales en otras mediciones de ruido y deberían obtenerse de un modo compatible con el procedimiento prescrito de análisis de homologación acústica.

— FIN —

PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA OACI

Este resumen explica el carácter, a la vez que describe, en términos generales, el contenido de las distintas series de publicaciones técnicas editadas por la Organización de Aviación Civil Internacional. No incluye las publicaciones especializadas que no encajan específicamente en una de las series, como por ejemplo el Catálogo de cartas aeronáuticas, o las Tablas meteorológicas para la navegación aérea internacional.

Normas y métodos recomendados internacionales. El Consejo los adopta de conformidad con los Artículos 54, 37 y 90 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, y por conveniencia se han designado como Anexos al citado Convenio. Para conseguir la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional, se considera que los Estados contratantes deben aplicar uniformemente las especificaciones de las normas internacionales. Para conseguir la seguridad, regularidad o eficiencia, también se considera conveniente que los propios Estados se ajusten a los métodos recomendados internacionales. Si se desea lograr la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional es esencial tener conocimiento de cualesquier diferencias que puedan existir entre los reglamentos y métodos nacionales de cada uno de los Estados y las normas internacionales. Si, por algún motivo, un Estado no puede ajustarse, en todo o en parte, a determinada norma internacional, tiene de hecho la obligación, según el Artículo 38 del Convenio, de notificar al Consejo toda diferencia o discrepancia. Las diferencias que puedan existir con un método recomendado internacional también pueden ser significativas para la seguridad de la navegación aérea, y si bien el Convenio no impone obligación alguna al respecto, el Consejo ha invitado a los Estados contratantes a que notifiquen toda diferencia además de aquéllas que atañan directamente, como se deja apuntado, a las normas internacionales.

Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS). El Consejo los aprueba para su aplicación mundial. Comprenden, en su mayor parte, procedimientos de operación cuyo grado de desarrollo no se estima suficiente para su adopción como normas o métodos recomendados internacionales, así como también materias de un carácter más permanente que se consideran demasiado

detalladas para su inclusión en un Anexo, o que son susceptibles de frecuentes enmiendas, por lo que los procedimientos previstos en el Convenio resultarían demasiado complejos.

Procedimientos suplementarios regionales (SUPPS). Tienen carácter similar al de los procedimientos para los servicios de navegación aérea ya que han de ser aprobados por el Consejo, pero únicamente para su aplicación en las respectivas regiones. Se publican englobados en un mismo volumen, puesto que algunos de estos procedimientos afectan a regiones con áreas comunes, o se siguen en dos o más regiones.

Las publicaciones que se indican a continuación se preparan bajo la responsabilidad del Secretario General, de acuerdo con los principios y criterios previamente aprobados por el Consejo.

Manuales técnicos. Proporcionan orientación e información más detallada sobre las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales para los servicios de navegación aérea, para facilitar su aplicación.

Planes de navegación aérea. Detallan las instalaciones y servicios que se requieren para los vuelos internacionales en las distintas regiones de navegación aérea establecidas por la OACI. Se preparan por decisión del Secretario General, a base de las recomendaciones formuladas por las conferencias regionales de navegación aérea y de las decisiones tomadas por el Consejo acerca de dichas recomendaciones. Los planes se enmiendan periódicamente para que reflejen todo cambio en cuanto a los requisitos, así como al estado de ejecución de las instalaciones y servicios recomendados.

Circulares de la OACI. Facilitan información especializada de interés para los Estados contratantes. Comprenden estudios de carácter técnico.

© OACI 2005
8/05, S/P1/250

Núm. de pedido AN 16-1
Impreso en la OACI

