



**DINAC**

**REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL**

**DINAC R 16**

**PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE VOL. I  
RUIDO DE LAS AERONAVES**

*Esta edición fue aprobada por Resolución Nº 2211/2024.-*

**CUARTA EDICIÓN AÑO 2024.-**

RESOLUCIÓN N° 2211 /2024

POR LA QUE SE APRUEBA LA CUARTA EDICIÓN DEL REGLAMENTO DINAC R 16 “PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE” VOL. I – “RUIDO DE LAS AERONAVES”; Y SE DISPONEN OTRAS MEDIDAS.-----

Asunción, 21 de noviembre de 2024

**VISTO:** Los Memorándums DNMA N° 09/2024 del Departamento de Normas de Aeródromos y Medio Ambiente, GNAGA N° 167/2024 de la Gerencia de Normas de Aeródromos y Ayudas Terrestres; las providencias de la Subdirección de Navegación Aérea, de la Dirección de Aeronáutica; el Dictamen N° 477/2024 de la Asesoría Jurídica (Expdte. DINAC N° 189745); y, -----

**CONSIDERANDO:** Que, el Departamento de Normas de Aeródromos y Medio Ambiente, elabora e impulsa el proyecto y la propuesta de aprobación de la Cuarta Edición del Reglamento DINAC R 16 “Protección del Medio Ambiente” Vol. I – “Ruido de las aeronaves”, fundamentado y destacando lo siguiente: *“se incorpora en esta Edición la enmienda de Anexo 16 Protección del Medio Ambiente Volumen I RUIDO DE LAS AERONAVES de la OACI, asimismo la Enmienda 14 es aplicable a partir del 1 de enero de 2024... El citado documento, se ha elaborado, en concordancia a lo establecido en el DINAC R 00 ‘Desarrollo y Enmienda de Reglamentos, Manuales y Circulares de Asesoramiento’, aprobado por Resolución DINAC N° 245/2023, así también se ha realizado su publicación temporal, según el plazo establecido en dicha normativa aprobada y vigente”*. La Tercera Edición, vigente, fue aprobada por Resolución DINAC N° 1072/2018, de fecha 26 de junio de 2018.-----

Que, la Gerencia de Normas de Aeródromos y Ayudas Terrestres (GNAGA), la Subdirección de Navegación Aérea (SDNA) y la Dirección de Aeronáutica (DAC), áreas normativas competentes, sin emitir reparos ni objeciones, elevan la propuesta para su aprobación.-----

Que, el Convenio sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago, EE.UU., en el año 1944 (Convenio de Chicago) del cual la República del Paraguay es Estado signatario (Decreto Ley N° 10818/1945 y la Ley N° 9/1948), menciona: **Artículo 37 Adopción de normas y procedimientos internacionales.** “Cada Estado contratante se compromete a colaborar, a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización relativos a las aeronaves, personal, aerovías y servicios auxiliares, en todas las cuestiones en que tal uniformidad facilite y mejore la navegación aérea. A este fin, la Organización de Aviación Civil Internacional adoptará y enmendará, en su oportunidad, según sea necesario, las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales que traten de: a) Sistemas de comunicaciones y ayudas para la navegación aérea, incluida la señalización terrestre, b) Características de los aeropuertos y áreas de aterrizaje; c) Reglas del aire y métodos de control del tránsito aéreo; d) Otorgamiento de licencias del personal operativo y mecánico; e) Aeronavegabilidad de las aeronaves; f) Matrícula e identificación de las aeronaves; g) Compilación e intercambio de información meteorológica, h) Diarios de a bordo; i) Mapas y cartas aeronáuticos; j) Formalidades de aduana e inmigración; k) Aeronaves en peligro e investigación de accidentes; y otras cuestiones relacionadas con la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea que en su oportunidad puedan considerarse apropiadas”.-----

Que, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), organismo creado por el referido Convenio, ha implementado y adoptado el documento que

../2

  
Daniel A. Báez Argaña  
Secretario General  
Dirección Nacional de Aeronáutica Civil

**MISIÓN:**  
Normar las actividades relacionadas a la aviación civil y prestar servicios para satisfacer a las partes interesadas

**VISIÓN:**  
Ser reconocida por los altos estándares de seguridad y la calidad de los servicios prestados

**VALORES INSTITUCIONALES:**  
Transparencia | Trabajo en Equipo  
Respeto | Eficiencia

Avda. Mcal. López esq. 22 de Setiembre  
2do Piso. Teléfono: (021) 212 530  
E-mail: sec\_gral@dinac.gov.py  
Asunción - Paraguay



**RESOLUCIÓN N° 2211 /2024**

**POR LA QUE SE APRUEBA LA CUARTA EDICIÓN DEL REGLAMENTO DINAC R 16 “PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE” VOL. I – “RUIDO DE LAS AERONAVES”; Y SE DISPONEN OTRAS MEDIDAS.**-----

contiene las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales en la materia de estudio, denominado «Anexo 16 “Protección del Medio Ambiente” Vol. I – “Ruido de las aeronaves”», que corresponde a la Octava Edición – Año 2017, Enmienda 14.-----

Que, la Ley N° 1860/2002 “Código Aeronáutico Paraguayo”, a través de los artículos 7, 334 y 342, atribuye a la DINAC, autoridad aeronáutica civil del país, competencia para la aplicación en el ámbito administrativo de las disposiciones del presente código, su reglamentación, los convenios internacionales, anexos técnicos al Convenio de Chicago y de las demás normas jurídicas relacionadas con la aeronavegación, así como facultad de dictar regulaciones y disposiciones vinculadas a la aeronáutica civil, destinadas al desenvolvimiento armónico, racional, eficaz, económico y seguro de la explotación de los servicios aéreos.-----

Que, el Decreto-Ley N° 25/1990 “Que crea la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)”, aprobado con modificaciones por la Ley N° 73/1990, prescribe: **Artículo 5°** “Son objetivos de la DINAC: ...b) Aplicar los tratados y convenios internacionales de la materia ratificados por la República, coordinándolos con las leyes nacionales y con las resoluciones de la Organización de Aviación Civil Internacional – OACI; h) Adoptar medidas y proponer reglamentaciones sobre los límites máximos del ruido de las aeronaves y ejercer el control del cumplimiento de las mismas...”.-----

Que, la propuesta presentada fue desarrollada por el área técnica especializada bajo las formalidades requeridas por el «Reglamento DINAC R 00 “Desarrollo y Enmienda de Reglamentos, Manuales y Circulares de Asesoramiento”, tercera edición – año 2023, aprobado por Resolución DINAC N° 245/2023, de fecha 06 de octubre de 2023, aplicable a todas las áreas de la DINAC que emitan reglamentaciones que afectan a la aviación civil en nuestro país.-----

Que, la Asesoría Jurídica no observa impedimentos de carácter legal para aprobar la Cuarta Edición del Reglamento DINAC R 16 “Protección del Medio Ambiente” Vol. I – “Ruido de las aeronaves”.-----

**POR TANTO:** De conformidad con las atribuciones conferídale por la Ley N° 73/90 “Carta Orgánica de la DINAC” y la Ley N° 2199/2003, “Que dispone la reorganización de los Órganos Colegiados Encargados de la Dirección de Empresas y Entidades del Estado Paraguayo”; la Ley N° 1860/2002 “Código Aeronáutico y su Reglamentación”.-----

**EL PRESIDENTE DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL RESUELVE**

**Artículo 1°** **Aprobar** la Cuarta Edición del Reglamento DINAC R 16 “Protección del Medio Ambiente” Vol. I – “Ruido de las aeronaves”, que se adjunta y forma parte de la presente resolución.-----

../3



**AL SEÑOR PRESIDENTE DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL**  
DINAC

**POR LA QUE SE APRUEBA LA CUARTA EDICIÓN DEL REGLAMENTO DINAC R 16 “PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE” VOL. I – “RUIDO DE LAS AERONAVES”; Y SE DISPONEN OTRAS MEDIDAS.**-----

**Artículo 2°** Disponer que la presente enmienda entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en la página web de la DINAC.-----

**Artículo 3°** La **Coordinación General de Tecnología de Información y Comunicación (CGTIC)**, se encargará de la publicación de la presente edición en la página web de la DINAC, previa coordinación y ajustes pertinentes con el Departamento de Normas de Aeródromos y Ayudas Terrestres (GNAGA) dependiente de la Gerencia de Normas de Aeródromos y Ayudas Terrestres, para dicha finalidad.----

**Artículo 4°** El **Departamento de Normas de Aeródromos y Medio Ambiente (DNAMA)**, dependiente de la Gerencia de Normas de Aeródromos y Ayudas Terrestres, deberá conservar los antecedentes que correspondan a la aprobación de la presente edición en el “Archivo Reglamentario” a su cargo, de acuerdo a lo establecido por la Sección 1.3 del Reglamento DINAC R 00 “Desarrollo y Enmienda de Reglamentos, Manuales y Circulares de Asesoramiento”, tercera edición – año 2023.-----

**Artículo 5°** A partir de la entrada en vigencia de esta **CUARTA EDICIÓN** quedará abrogada la Resolución N° 1072/2018 de fecha 26 de junio de 2018, que aprobó la Tercera Edición del presente Reglamento, así como toda disposición contraria.-

**Artículo 6°** Comunicar a quienes corresponda y cumplida, archivar.-----

*Fdo. por Don Nelson Mendoza Rolón (Presidente)*

*Abg. Daniel A. Báez Argaña (Secretario General)*

Es Copia fiel del Original



Abg. Daniel A. Báez Argaña  
Secretario General  
Dirección Nacional de Aeronáutica Civil

**MISIÓN:**

Normar las actividades relacionadas a la aviación civil y prestar servicios para satisfacer a las partes interesadas

**VISIÓN:**

Ser reconocida por los altos estándares de seguridad y la calidad de los servicios prestados

**VALORES INSTITUCIONALES:**

Integridad | Compromiso  
Transparencia | Trabajo en Equipo  
Respeto | Eficiencia

Avda. Mcal. López esq. 22 de Setiembre  
2do Piso. Teléfono: (021) 212 530  
E-mail: sec\_gral@dinac.gov.py  
Asunción - Paraguay



## REGISTRO DE ENMIENDAS.

<b>REGISTRO DE ENMIENDAS</b>			
NÚM.	FECHA DE APLICACIÓN	FECHA DE ANOTACIÓN	ANOTADA POR
01	21/11/2024	Noviembre 2024	Ing. Amb. Evelyn Centeno y Lic. Rosalino Vázquez
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

\*\*\*\*\*

**ÍNDICE.-**

<b>ÍTEM</b>	<b>TEMAS</b>	<b>PÁG.</b>
<b>TAPA</b>		<b>N/A</b>
<b>REGISTRO</b>	<b>ENMIENDAS Y CORRIGENDOS.</b>	<b>I</b>
<b>LISTA</b>	<b>PÁGINAS EFECTIVAS</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE</b>		<b>III</b>
<b>PRÓLOGO</b>		<b>IV</b>
<b>PARTE I</b>	<b>DEFINICIONES, NOMENCLATURA: SÍMBOLOS Y UNIDADES</b>	<b>1-12</b>
	<b>NOMENCLATURA: SÍMBOLOS Y UNIDADES</b>	<b>3-12</b>
1.1	Velocidad	3-12
1.2	Tiempo	4-12
1.3	Índice	5-12
1.4	Paramento ruido	6-12
1.5	Cálculo de PNL y corrección por tono	9-12
1.6	Geometría de la trayectoria de vuelo	10-12
1.7	Varios	11-12
<b>PARTE II</b>	<b>HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES</b>	
<b>CAPÍTULO 1.</b>	<b>ADMINISTRACIÓN.</b>	
1.	Administración.	1-4
<b>CAPÍTULO 2.</b>	<b>AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS —SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA ANTES DEL 6 DE OCTUBRE DE 1977</b>	
2.1	Aplicación	1-4
2.2	Medida de la evaluación del ruido	2-4
2.3	Puntos de medición del ruido	2-4
2.4	Niveles máximos de ruido	2-4
2.5	Compensaciones	3-4
2.6	Procedimientos de ensayo	4-4
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 6 DE OCTUBRE DE 1977 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 1 DE ENERO DE 2006 2.— AVIONES DE MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 1985 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 1 DE ENERO DE 2006</b>	
3.1	Aplicación	1-8
3.2	Mediciones del ruido	2-8
3.3	Puntos de medición del ruido	2-8



3.4	Niveles máximos de ruido	3-8
3.5	Compensaciones	4-8
3.6	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	4-8
3.7	Procedimientos de ensayo	7-8
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>1— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS Y AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE 55000 KG O MÁS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2017. 2.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MENOS DE 55000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2020. 3.— AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MÁS DE 8618 KG E INFERIOR A 55000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2020</b>	
4.1	Aplicación	1-3
4.2	Mediciones del ruido	2-3
4.3	Puntos de medición del ruido	2-3
4.4	Niveles máximos de ruido	2-3
4.5	Compensaciones	3-3
4.6	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	3-3
4.7	Rehomologación	3-3
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>AVIONES DE MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA ANTES DEL 1 DE ENERO DE 1985</b>	
5.1	Aplicación	1-6
5.2	Mediciones del ruido	2-6
5.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	2-6
5.4	Niveles máximos de ruido	3-6
5.5	Compensaciones	3-6
5.6	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	4-6
5.7	Procedimientos de ensayo	6-6
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA ANTES DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988</b>	
6.1	Aplicación	1-2
6.2	Medida de la evaluación del ruido	1-2
6.3	Niveles máximos de ruido	1-2
6.4	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	2-2
6.5	Procedimientos de ensayo	2-2

<b>CAPITULO 7.</b>	<b>AVIONES STOL PROPULSADOS POR HÉLICE</b>	
<b>CAPITULO 8.</b>	<b>HELICÓPTEROS</b>	
8.1	Aplicación	1-8
8.2	Medida de la evaluación del ruido	1-8
8.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	1-8
8.4	Niveles máximos de ruido	2-8
8.5	Compensaciones	3-8
8.6	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	4-8
8.7	Procedimientos de ensayo	6-8
<b>CAPITULO 9.</b>	<b>GRUPOS AUXILIARES DE ENERGÍA (APU) INSTALADOS A BORDO Y SISTEMAS ASOCIADOS DE AERONAVE DURANTE OPERACIONES EN TIERRA</b>	
<b>CAPITULO 10.</b>	<b>AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO, O DE CERTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN DERIVADA, PRESENTADA EL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988 O DESPUÉS DE ESA FECHA</b>	
10.1	Aplicación	1-4
10.2	Medida de la evaluación del ruido	2-4
10.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	2-4
10.4	Niveles máximos de ruido	2-4
10.5	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	2-4
10.6	Procedimientos de ensayo	4-4
<b>CAPITULO 11.</b>	<b>HELICÓPTEROS DE NO MÁS DE 3 175 KG DE MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE</b>	
11.1	Aplicación	1-4
11.2	Medida de la evaluación del ruido	1-4
11.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	2-4
11.4	Niveles máximos de ruido	2-4
11.5	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	2-4
11.6	Procedimientos de ensayo	3-4
<b>CAPITULO 12.</b>	<b>AVIONES SUPERSÓNICOS</b>	
12.1	Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de tipo presentada antes del 1 de enero de 1975	1-1
12.2	Aviones supersónicos — Solicitud del certificado de tipo presentada el 1 de enero de 1975 o después de esa fecha	1-1
<b>CAPITULO 13.</b>	<b>AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE</b>	
13.1	Aplicación	1-7
13.2	Medida de la evaluación del ruido	1-7
13.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	1-7
13.4	Niveles máximos de ruido	2-7



13.5	Compensaciones	3-7
13.6	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	3-7
13.7	Procedimientos de ensayo	6-7
<b>CAPITULO 14.</b>	<p><b>1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS Y AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE 55 000 KG O MÁS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017 O DESPUÉS DE ESA FECHA</b></p> <p><b>2.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MENOS DE 55 000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2020 O DESPUÉS DE ESA FECHA</b></p> <p><b>3.— AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MÁS DE 8 618 KG E INFERIOR A 55 000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2020 O DESPUÉS DE ESA FECHA</b></p>	
14.1	Aplicación	1-4
14.2	Medida de la evaluación del ruido	2-4
14.3	Puntos de referencia para la medición del ruido	2-4
14.4	Niveles máximos de ruido	3-4
14.5	Procedimientos de referencia para la homologación acústica	4-4
14.6	Procedimientos de ensayo	4-4
14.7	Rehomologación .	4-4
<b>PARTE III</b>	<b>MEDICIÓN DEL RUIDO PARA FINES DE VIGILANCIA</b>	1-1
<b>PARTE IV</b>	<b>EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LOS AEROPUERTOS</b>	1-1
<b>PARTE V</b>	<b>ENFOQUE EQUILIBRADO PARA LA GESTIÓN DEL RUIDO</b>	1-2
<b>APENDICE 1.</b>	Método de evaluación para la homologación acústica de aviones de reacción subsónicos — Solicitud del certificado de tipo presentada antes del 6 de octubre de 1977	1-48
<b>APENDICE 2.</b>	Método de evaluación para la homologación acústica	1-49
<b>APENDICE 3.</b>	Método de evaluación para la homologación acústica de los aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de tipo presentada antes del 17 de noviembre de 1988	1-6
<b>APENDICE 4.</b>	Método de evaluación para la homologación acústica de los helicópteros cuya masa máxima certificada de despegue no excede de 3 175 kg	1-8
<b>APENDICE 5.</b>	Vigilancia del ruido producido por las aeronaves en los aeródromos y en sus proximidades	1-4
<b>APENDICE 6.</b>	Método de evaluación para la homologación acústica de los aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice — Solicitud del certificado de tipo, o certificación de la versión derivada, presentada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha	1-10
<b>ADJUNTO A.</b>	Ecuaciones para el cálculo de los niveles máximos de ruido autorizados en función de la masa de despegue	1-4

<b>ADJUNTO B.</b>	Directrices para la homologación acústica de aviones STOL propulsados por hélice	<b>1-2</b>
<b>ADJUNTO C.</b>	Directrices para la homologación acústica de grupos auxiliares de energía (APU) instalados a bordo y sistemas asociados de aeronave durante operaciones en tierra	<b>1-11</b>
<b>ADJUNTO D.</b>	Directrices para evaluar otro método de medición del ruido de aproximación de los helicópteros	<b>1-2</b>
<b>ADJUNTO E.</b>	Aplicación de las normas de homologación acústica del Anexo 16 para los aviones propulsados por hélice	<b>1-1</b>
<b>ADJUNTO F.</b>	Directrices para la homologación acústica de aeronaves de rotor basculante	<b>1-7</b>
<b>ADJUNTO G.</b>	Directrices para la administración de la documentación de homologación acústica	<b>1-7</b>
<b>ADJUNTO H.</b>	Directrices para obtener datos del ruido de helicópteros para fines de planificación de la utilización del terreno	<b>1-9</b>

\*\*\*\*\*



## REFERENCIA.

- Doc. OACI 7300 Convenio sobre Aviación Civil Internacional
- **Enmienda Núm. 14** del Anexo 16 Protección del Medio Ambiente, Vol. I Ruido de las Aeronaves – OACI Octava Edición - Julio de 2017.-
- Ley N° 1860/2002 - Código Aeronáutico Paraguayo.
- Ley N° 73/1990 - Carta Orgánica de la DINAC.
- Ley N° 2199/2003 “Que dispone la reorganización de los órganos colegiados encargados de la Dirección de Empresas y Entidades del Estado Paraguayo”.
- Ley N° 1626/2000 “De la Función Pública”.
- Doc. OACI 9713 Vocabulario de Aviación Civil Internacional.
- “DINAC R 00 Desarrollo y Enmienda de Reglamentos, Manuales y Circulares de Asesoramiento” Tercera Edición – Año 2023

\*\*\*\*\*

## **ANTECEDENTES. -**

Las normas y métodos internacionales recomendados por la OACI sobre la homologación acústica de las aeronaves se inició a principios de los años 70 y desde aquel momento ha evolucionado de forma consecutiva. Estas normas y métodos se reflejan en el Anexo 16 Protección del Medio Ambiente, Vol. I Ruidos de las aeronaves y el Manual Técnico – Ambiental sobre la aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (Doc 9501 de la OACI); aspecto que ha sido adoptado por la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil – DINAC también en otros reglamentos nacionales. –

El presente reglamento se basa en criterios para la formulación de procedimientos para atenuar el ruido de las aeronaves, el control de la utilización de los terrenos relativos a la Protección del Medio Ambiente, es por ello que la cuarta edición del DINAC R 16 - Vol. I Ruido de las Aeronaves corresponde a la Edición N° 8 del ANEXO 16 VOL I, que ha entrado en vigencia desde el 01 de enero de 2024, considerando que el problema del ruido de las aeronaves es tan serio en las proximidades de los aeropuertos registrados en la República del Paraguay, es importante que la DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil) introduzca medidas regulatorias en concordancia con las reglamentaciones internacionales elaboradas por la OACI y las aprobadas a nivel nacional.-

En diversos períodos de sesiones de la Asamblea y del Consejo de la OACI, 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 consolidada 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.-

La Parte I del Volumen I del Reglamento 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. -

Las Partes III, IV y V del Volumen I del Reglamento 16 contienen normas y métodos recomendados y textos de orientación para uso de la DINAC 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 certificados y con respecto al enfoque equilibrado para la gestión del ruido. -

\*\*\*\*\*



## PARTE I. DEFINICIONES, NOMENCLATURA: SÍMBOLOS Y UNIDADES

### 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.

**AERONAVE DE DESPEGUE VERTICAL.** Aeronave más pesada que el aire capaz de realizar despegues y aterrizajes verticales y vuelos de baja velocidad, la cual depende principalmente de dispositivos de sustentación por motor o del empuje del motor para sustentarse durante estos regímenes de vuelo, así como de un plano o planos aerodinámicos no giratorios para sustentarse durante vuelos horizontales.

**AERONAVE DE ROTOR BASCULANTE.** Aeronave de despegue vertical capaz de realizar despegues y aterrizajes verticales y vuelo sostenido a baja velocidad, que depende principalmente de rotores de motor montados en barquillas basculantes para la sustentación durante esos regímenes de vuelo y de perfiles alares no giratorios para sustentación durante vuelos de alta velocidad.

**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.

**CERTIFICADO DE TIPO.** Documento expedido por un Estado contratante para definir el diseño de un tipo de aeronave y certificar que dicho diseño satisface los requisitos pertinentes de aeronavegabilidad del Estado.

*Nota.- En algunos Estados contratantes puede expedirse un documento equivalente al certificado de tipo para un tipo de motor o hélice.*

**EQUIPO EXTERNO (HELICÓPTERO).** Todo instrumento, mecanismo, pieza, aparato, aditamento o accesorio que está sujeto 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.

**ESTADO DE DISEÑO.** Estado que tiene jurisdicción sobre la entidad responsable del diseño de tipo.

**ESTADO DE MATRÍCULA.** Estado en el cual está matriculada la aeronave.

**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 o en vuelo de manera independiente al motor o los motores de propulsión.

**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.** Un avión 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 a sus características de ruido.

*Nota 1.- Cuando la autoridad de certificación estime que la modificación de diseño, configuración, potencia o 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 diseño de 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 a sus características de ruido.

*Nota 1.- Al aplicarse las normas de este Anexo, un helicóptero que se base en un prototipo existente pero que la autoridad de certificación considere que es un nuevo diseño de tipo para fines de aeronavegabilidad, será no obstante considerado como una versión derivada si la autoridad de certificación 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 0,30 EPNdb en cualquiera de los niveles de homologación acústica de los helicópteros certificados de conformidad con el Capítulo 8 y de 0,30 dB(A) en el nivel de homologación para helicópteros certificados de conformidad con el Capítulo 11.

## NOMENCLATURA: SÍMBOLOS Y UNIDADES

**Nota.—** Muchas de las siguientes definiciones y símbolos son específicos de la homologación acústica de las aeronaves, pero algunos de ellos pueden también aplicarse para otros fines

### 1.1

#### VELOCIDAD

$C_R$ (m/s)	Velocidad de referencia del sonido. Velocidad del sonido en una condición de temperatura de referencia (25°C).
$C_{HR}$ (m/s)	Velocidad de referencia del sonido a la altitud de la aeronave. La velocidad de referencia del sonido correspondiente a la temperatura ambiente – suponiendo una gradiente vertical de 0,65°C por 100 m – en un día tipo a la altura de referencia del avión sobre el nivel medio del mar.
$M_{ATR}$	Número de Mach de referencia en el extremo de las palas en avance del rotor del helicóptero. Suma de la velocidad de rotación de referencia en el extremo de las palas del rotor y de la velocidad de referencia del helicóptero, dividida por la velocidad de referencia del sonido.
$M_H$	Número de Mach en el extremo de las palas de la hélice. Raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la velocidad de rotación del extremo de la hélice de ensayo y del cuadrado de la velocidad aerodinámica de ensayo del avión, dividida por la velocidad de ensayo del sonido.
$M_{HR}$	Número de Mach de referencia en el extremo de las palas de la hélice. Raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la velocidad de rotación de referencia en el extremo de la hélice y del cuadrado de la velocidad de referencia del avión, dividida por la velocidad de referencia del sonido.
Best R/C (m/s)	Mejor velocidad vertical de ascenso. Máxima velocidad vertical de ascenso en el despegue certificada al máximo régimen de potencia y velocidad del motor.
$V_{AR}$ (m/s)	Velocidad de referencia ajustada. En un día de ensayo que no sea normalizado, velocidad de referencia del helicóptero ajustada para alcanzar el mismo número de Mach en el extremo de las palas en avance que la velocidad de referencia en condiciones de referencia.
$V_{CON}$ (m/s)	Máxima velocidad aerodinámica en modo de conversión. Velocidad del rotor basculante que no puede excederse en el modo de conversión.

$V_G$ (m/s)	Velocidad respecto al suelo. La velocidad de la aeronave respecto al suelo.
$V_{GR}$ (m/s)	Velocidad de referencia respecto al suelo. Velocidad verdadera de la aeronave respecto al suelo en el sentido de la derrota en condiciones de referencia. VGR es el componente horizontal de la velocidad de referencia VR de la aeronave.
$V_H$ (m/s)	Máxima velocidad aerodinámica en vuelo horizontal. Máxima velocidad aerodinámica de un helicóptero durante operaciones a la máxima potencia continua
$V_{MCP}$ (m/s)	Máxima velocidad aerodinámica en vuelo horizontal. Máxima velocidad aerodinámica de un rotor basculante en vuelo horizontal durante operaciones en modo avión a la máxima potencia continua.
$V_{MO}$ (m/s)	Máxima velocidad aerodinámica operacional. Máxima velocidad aerodinámica operacional de un rotor basculante que no puede excederse deliberadamente.
$V_{NE}$ (m/s)	Velocidad que no puede excederse. Máxima velocidad aerodinámica operacional que no puede excederse deliberadamente.
$V_R$ (m/s)	Velocidad de referencia. Velocidad verdadera de la aeronave en condiciones de referencia en el sentido de la trayectoria de vuelo de referencia.
 <b>Nota.-</b> Este símbolo no debería confundirse con el símbolo comúnmente utilizado para la velocidad de rotación de despegue del avión.	
$V_{REF}$ (m/s)	Velocidad aerodinámica de referencia para el aterrizaje. Velocidad del avión, en determinada configuración de aterrizaje, en el punto en que desciende y atraviesa la altura de aterrizaje en la pantalla a fin de determinar la distancia de aterrizaje para aterrizajes manuales.
$V_S$ (m/s)	Velocidad aerodinámica de pérdida. Mínima velocidad aerodinámica constante en la configuración de aterrizaje.
$V_{tip}$ (m/s)	Velocidad en el extremo. Velocidad de rotación en el extremo del rotor o la hélice en condiciones de ensayo, excluido el componente de velocidad de la aeronave.
$V_{tipR}$ (m/s)	Velocidad de referencia en el extremo. Velocidad de rotación en el extremo del rotor o la hélice en condiciones de referencia, excluido el componente de velocidad de la aeronave.
$V_Y$ (m/s)	Velocidad para la mejor velocidad vertical de ascenso. Velocidad aerodinámica de ensayo para la mejor velocidad vertical de ascenso para el despegue.

$V_2$  (m/s) Velocidad de despegue operacionalmente segura. Mínima velocidad aerodinámica para el despegue en condiciones de seguridad operacional.

## 1.2 TIEMPO

$t_0$  (s) Duración de referencia. Período de tiempo utilizado como referencia en la ecuación de integración para calcular EPNL, donde  $t_0 = 10$  s.

$t_R$  (s) Tiempo de recepción de referencia. Tiempo de referencia de la recepción calculado a partir del tiempo de la posición de referencia de la aeronave y la distancia entre la aeronave y el micrófono utilizado en el procedimiento integrado.

$\Delta t$  (s) Incremento de tiempo. Incremento igual de tiempo entre espectros de banda de tercio de octava, donde  $\Delta t = 0,5$  s.

$\delta t_R$  (s) Incremento de tiempo de referencia. Duración efectiva de un incremento de tiempo entre tiempos de recepción de referencia asociados con puntos PNLT utilizados en el método integrado.

## 1.3 ÍNDICE

$i$  Índice de banda de frecuencia. Indicador numérico que denota una cualquiera de las 24 bandas de tercio de octava. con frecuencias medias geométricas desde 50 hasta 10 000 Hz.

$k$  Índice de incremento de tiempo. Indicador numérico que denota cualquiera de los espectros de 0,5 segundos de la evolución temporal del ruido. Para el método integrado, el incremento de tiempo ajustado asociado con cada valor de  $k$  probablemente variará respecto al incremento de tiempo original de 0,5 segundos cuando se proyecte a condiciones de referencia.

$k_F$  Identificador del primer incremento de tiempo. Índice del primer punto de atenuación de 10 dB en la evolución temporal del PNLT medido discreto.

$k_{FR}$  Identificador de referencia del primer incremento de tiempo. Índice del primer punto de atenuación de 10 dB en la evolución temporal del PNLT discreto para el método integrado.

$k_L$  Identificador del último incremento de tiempo. Índice del último punto de atenuación de 10 dB en la evolución temporal del PNLT medido discreto.

$k_{LR}$  Identificador de referencia del último incremento de tiempo. Índice del último punto de atenuación de 10 dB en la evolución temporal del PNLT discreto para el método integrado.

$k_M$  Índice del incremento de tiempo de PNLTM máximo. Índice del incremento de tiempo de PNLTM.

$t$  (s) Tiempo transcurrido. Período de tiempo medido a partir de la referencia cero.



- $t_1$  (s) Tiempo del primer punto de atenuación de 10 dB. Tiempo del primer punto de atenuación de 10 dB en una función temporal continua. (Véase kF).
- $t_2$  (s) Tiempo del último punto de atenuación de 10 dB. Tiempo del último punto de atenuación de 10 dB en una función temporal continua. (Véase kL).

#### 1.4

#### PARAMENTO RUIDO

EPNL (EPNdB) Nivel efectivo de ruido percibido. Evaluador de un solo número para el paso de una aeronave, relativo a los efectos subjetivos del ruido de la aeronave en seres humanos, que consiste en la integración, durante la duración del ruido, del nivel de ruido percibido (PNL) ajustado por irregularidades espectrales (PNLT), normalizado hasta una duración de referencia de 10 segundos. (Véanse especificaciones en el Apéndice 2, sección 4.I)

EPNL<sub>A</sub> (EPNdB) EPNL de aproximación. Nivel efectivo de ruido percibido en los puntos de medición de referencia de la aproximación de un avión.

EPNL<sub>F</sub> (EPNdB) EPNL de sobrevuelo. Nivel efectivo de ruido percibido en los puntos de medición de referencia del sobrevuelo de un avión.

EPNL<sub>L</sub> (EPNdB) EPNL lateral. Nivel efectivo de ruido percibido en los puntos de medición laterales del avión.

L<sub>AE</sub> (dB[A]) Nivel de exposición al ruido (SEL). Nivel de ruido de un suceso único de paso de una aeronave, que consiste en una integración, durante la duración del ruido, del nivel de sonido de ponderación A (Db(A)), normalizado hasta una duración de referencia de 1 segundo). (Véanse especificaciones en el Apéndice 4, sección 3).

L<sub>AS</sub> (dB[A]) Nivel de sonido de ponderación A lenta. Nivel de sonido de ponderación A de la frecuencia y ponderación de tiempo S para determinado momento en el tiempo.

L<sub>ASmax</sub> (dB[A]) Nivel máximo de sonido de ponderación A lenta. Valor máximo de LAS durante determinado intervalo de tiempo.

L<sub>ASmaxR</sub> (dB[A]) Máximo nivel de sonido de referencia de ponderación A lenta. Valor máximo de LAS durante determinado intervalo de tiempo corregido respecto a condiciones de referencia.

LIMIT<sub>A</sub> (EPNdB) Límite de EPNL de aproximación. Nivel máximo de ruido permitido en los puntos de medición de referencia de la aproximación de un avión.

LIMIT<sub>F</sub> (EPNdB) Límite de EPNL de sobrevuelo. Nivel máximo de ruido permitido en los puntos de medición de referencia del sobrevuelo de un avión.

LIMIT<sub>L</sub> (EPNdB) Límite de EPNL lateral. Nivel máximo de ruido permitido en los puntos de medición de referencia laterales del avión.

n (noy)	Ruidosidad percibida. La ruidosidad percibida de un nivel de presión acústica en una banda de tercio de octava en determinado espectro.
N (noy)	Ruidosidad percibida total. Ruidosidad percibida total de determinado espectro calculada a partir de los 24 valores de n.
PNL (PNdB)	Nivel de ruido percibido. Evaluador del ruido basado en la percepción, que representa los efectos subjetivos del ruido de banda ancha recibido en determinado momento durante el paso de una aeronave. Se trata del nivel de ruido determinado empíricamente como tan ruidoso como una muestra de ruido aleatorio en banda de tercio de octava de 1 kHz. (Véanse especificaciones en el Apéndice 2, sección 4.2).
PNLT (TPNdB)	Nivel de ruido percibido corregido por tono. Valor de PNL de determinado espectro ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales.
PNLT <sub>R</sub> (TPNdB)	Nivel de referencia de ruido percibido corregido por tono. Valor de PNLT ajustado a condiciones de referencia.
PNLTM (TPNdB)	Nivel máximo de ruido percibido corregido por tono. Valor máximo de PNLT en determinada evolución temporal, ajustado por banda compartida $\Delta B$ .
PNLTM <sub>R</sub> (TPNdB)	Nivel máximo de ruido percibido de referencia corregido por tono. Valor máximo de PNLTR en determinada evolución temporal, ajustado por banda compartida $\Delta B$ en el método simplificado y $\Delta BR$ en el método integrado.
SPL (dB)	Nivel de presión acústica. Nivel de sonido, respecto a un nivel de referencia de 20 $\mu Pa$ , en cualquier momento que ocurre en una gama de frecuencias específica. Se calcula el nivel como diez veces el logaritmo a la base 10 de la relación de la presión acústica de media cuadrática temporal al cuadrado de la presión acústica de referencia de 20 $\mu Pa$ .
<b>Nota.-</b> <i>En el uso característico de homologación acústica de las aeronaves se hace referencia a una banda específica de tercio de octava, p. ej., SPL (i.k) para la i-ésima banda del k-ésimo espectro en una evolución temporal del ruido de una aeronave.</i>	
SPLR (dB)	Nivel de referencia de la presión acústica. Los niveles de presión acústica en la banda de tercio de octava ajustados a condiciones de referencia.
SPLS (dB)	Nivel de presión acústica de ponderación lenta. Valor de los niveles de presión acústica de la banda de tercio de octava al aplicarse la ponderación de tiempo S.

$\Delta_1$ (TPNdB)	Ajuste de PNLTM. En el Apéndice 2 o el Adjunto F. En el método simplificado, ajuste que debe añadirse al EPNL medido para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a diferencias en la absorción atmosférica y la longitud de la trayectoria de ruido, entre las condiciones de ensayo y las de referencia para PNLTM.
(dB([A]))	En el Apéndice 4. Los ajustes que deben añadirse al LAE medido para tener en cuenta los cambios en el nivel de ruido por la propagación esférica y la duración debidos a la diferencia en las alturas del helicóptero entre las condiciones de ensayo y las de referencia.
(dB([A]))	En el Apéndice 6. Para aviones propulsados por hélice de no más de 8 618 kg, ajuste que debe añadirse al $L_{ASmax}$ medido para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos a la diferencia en las alturas de ensayo y de referencia de la aeronave.
$\Delta_2$ (TPNdB)	Ajuste por duración. En el Apéndice 2 o el Adjunto F. En el método simplificado, ajuste que debe añadirse al EPNL medido para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos al cambio en la duración del ruido causado por diferencias entre la velocidad de ensayo y de referencia de la aeronave y la posición respecto al micrófono.
(dB([A]))	En el Apéndice 4. Los ajustes que deben añadirse al LAE medido para tener en cuenta los cambios en el nivel de ruido por la diferencia entre la velocidad de referencia y la ajustada.  En el Apéndice 6. Para aviones propulsados por hélice de no más de 8 618 kg, ajuste que debe añadirse al $L_{ASmax}$ medido para tener en cuenta los cambios en el nivel de ruido por la diferencia en el número de Mach en los extremos de la hélice entre las condiciones de ensayo y las de referencia.
$\Delta_3$ (TPNdB)	Ajuste del ruido en la fuente. En el Apéndice 2. En el método simplificado, ajuste que debe añadirse al EPNL medido para tener en cuenta los cambios de nivel de ruido debidos al cambio en la duración del ruido causado por diferencias entre la velocidad de ensayo y de referencia de la aeronave y la posición respecto al micrófono.
(dB([A]))	En el Apéndice 6. Para aviones propulsados por hélice de no más de 8 618 kg, ajuste que debe añadirse a $L_{ASmax}$ medido para tener en cuenta los cambios en el nivel de ruido por la diferencia en la potencia del motor entre las condiciones de ensayo y las de referencia.
$\Delta_4$ dB(A)	Ajuste por absorción atmosférica. En el Apéndice 6. Para aviones propulsados por hélice de no más de 8 618 kg, ajuste que debe añadirse al $L_{ASmax}$ medido por cambios de nivel de ruido debidos al cambio en la absorción atmosférica, causado por la diferencia entre las alturas de ensayo y de referencia del avión.

$\Delta_A(i)$ dB	Ajuste por absorción atmosférica. Para aeronaves evaluadas conforme al Apéndice 2, el ajuste total por absorción atmosférica calculado para la banda $i$ de tercio de octava en las condiciones atmosféricas del día de ensayo.
$\Delta_{AR}(i)$ dB	Ajuste por absorción atmosférica de referencia. Para aeronaves evaluadas conforme al Apéndice 2, el ajuste total por absorción atmosférica calculado para la banda $i$ de tercio de octava en las condiciones atmosféricas de referencia.
$\Delta_B$ (TPNdB)	Ajuste por banda compartida. Ajuste que debe añadirse al PNLT máximo a fin de tener en cuenta la posible supresión de un tono debido a la banda compartida de tercio de octava de dicho tono. PNLTM equivale al PNLT máximo más $\Delta_B$ .
$\Delta_{BR}$ (TPNdB)	Ajuste por banda compartida de referencia. Ajuste que debe añadirse al PNLTR máximo en el método integrado a fin de tener en cuenta la posible supresión de un tono debido a la banda compartida de tercio de octava de dicho tono. PNLTRM equivale al PNLTR máximo más $\Delta_{BR}$ .
$\Delta_{cresta}$ (TPNdB)	Ajuste por cresta. Ajuste que debe añadirse al EPNL medido cuando el PNLT correspondiente a una cresta secundaria, determinado al calcular el EPNL a partir de datos medidos y ajustado a condiciones de referencia, es mayor que el PNLT correspondiente al espectro PNLTM ajustado.

## 1.5 CÁLCULO DE PNL Y CORRECCIÓN POR TONO

$C$ (dB)	Factor de corrección por tono. Factor que debe añadirse al PNL de determinado espectro para tener en cuenta la presencia de irregularidades espectrales, tales como tonos.
$f$ (Hz)	Frecuencia. Frecuencia media geométrica nominal de una banda de tercio de octava.
$F$ (dB)	Delta-dB. Diferencia entre el nivel original de presión acústica y el nivel final de presión acústica de banda ancha de una banda de tercio de octava en determinado espectro.
$\log n(a)$	Coordenada de discontinuidad de noy. Valor de $\log n$ del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
$M$	Pendiente inversa de noy. Valores inversos de las pendientes de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
$s$ (dB)	Pendiente de nivel de presión acústica. Cambio de nivel entre niveles de presión acústica adyacentes en una banda de tercio de octava en determinado espectro.
$\Delta s$ (dB)	Cambio en la pendiente de nivel de presión acústica.

$s'$ (dB)	Pendiente ajustada de nivel de presión acústica. Cambio de nivel entre niveles de presión acústica adyacentes ajustados en una banda de tercio de octava en determinado espectro.
$\bar{s}$ (dB)	Pendiente media de nivel de presión acústica.
SPL(a) (dB)	Nivel de discontinuidad de noy. Valor de SPL en la coordenada de discontinuidad de las rectas que representan la variación de SPL con log n.
SPL(b) (dB)	Niveles de intersección de noy. Intersecciones con el eje SPL de las rectas que representan la variación de SPL con log n.
SPL(c) (dB)	Niveles de intersección de noy. Intersecciones con el eje SPL de las rectas que representan la variación de SPL con log n.
SPL(d) (dB)	Nivel de discontinuidad de noy. Valor de SPL en la coordenada de discontinuidad donde log n equivale a -1.
SPL(e) (dB)	Nivel de discontinuidad de noy. Valor de SPL en la coordenada de discontinuidad donde log n equivale a log 0,3.
SPL' (dB)	Nivel ajustado de presión acústica. Primera aproximación al nivel de presión acústica de banda ancha en una banda de tercio de octava de determinado espectro.
SPL" (dB)	Nivel final de presión acústica de banda ancha. Aproximación segunda y final al nivel de presión acústica de banda ancha en una banda de tercio de octava de determinado espectro.

## 1.6

### GEOMETRÍA DE LA TRAYECTORIA DE VUELO

H (m)	Altura. Altura de la aeronave en el punto donde la trayectoria de vuelo intercepta el plano geométrico vertical perpendicular a la derrota de referencia en el micrófono central.
HR (m)	Altura de referencia. Altura de referencia de la aeronave en el punto donde la trayectoria de vuelo de referencia intercepta el plano geométrico vertical perpendicular a la derrota de referencia en el micrófono central.
X (m)	Posición de la aeronave a lo largo de la derrota. Coordenada de posición de la aeronave a lo largo del eje x en determinado momento.
Y (m)	Posición lateral de la aeronave respecto a la derrota de referencia. Coordenada de posición de la aeronave a lo largo del eje y en determinado momento.
Z (m)	Posición vertical de la aeronave respecto a la derrota de referencia. Coordenada de posición de la aeronave a lo largo del eje z en determinado momento.
$\theta$ (grados)	Ángulo de emisión de sonido. Ángulo entre la trayectoria de vuelo y la trayectoria directa de propagación del sonido al micrófono. El



ángulo es idéntico para la trayectoria de vuelo medida y la de referencia.

$\psi$  (grados) Ángulo de elevación. Ángulo entre la trayectoria de propagación del sonido y un plano horizontal que pasa a través del micrófono, donde la trayectoria de propagación del sonido se define como una línea entre un punto de emisión de sonido en la trayectoria de vuelo medida y el diafragma del micrófono.

$\psi_R$  (grados) Ángulo de elevación de referencia. Ángulo entre la trayectoria de referencia de propagación del sonido y un plano horizontal que pasa a través del emplazamiento del micrófono de referencia, donde la trayectoria de referencia de propagación del sonido se define como una línea entre un punto de emisión de sonido en la trayectoria de vuelo de referencia y el diafragma del micrófono de referencia.

## 1.7 VARIOS

antilog Antilogaritmo de base 10.

D (m) Diámetro. Diámetro de la hélice o del rotor.

$D_{15}$  (m) Distancia de despegue. Distancia de despegue necesaria para que un avión alcance la altura de 15 m por encima del nivel del suelo.

$e$  Número de Euler. Constante matemática que es el número básico del algoritmo natural, aproximadamente 2,71828.

log Logaritmo de base 10.

N (rpm) Velocidad de la hélice.

$N_1$  (rpm) Velocidad del compresor. Velocidad del fan en la primera etapa del compresor de baja presión de la turbina.

RH (%) Humedad relativa. La humedad atmosférica relativa ambiente.

T (°C) Temperatura. La temperatura atmosférica ambiente.

$u$  (m/s) Componente de velocidad aerodinámica a lo largo de la derrota. Componente del vector de velocidad aerodinámica a lo largo de la derrota de referencia.

$v$  (m/s) Componente de velocidad aerodinámica perpendicular a la derrota. Componente del vector de velocidad aerodinámica transversal respecto a la derrota de referencia.

$\alpha$  (dB/100 m) Coeficiente de absorción atmosférica de ensayo. Régimen de atenuación del sonido debido a la absorción atmosférica que ocurre en una banda específica de tercio de octava con temperatura ambiente y humedad relativa medidas.

- $\alpha_R$  (dB/100 m) Coeficiente de absorción atmosférica de referencia. Régimen de atenuación del sonido debido a la absorción atmosférica que ocurre en una banda específica de tercio de octava con temperatura ambiente y humedad relativa de referencia.
- $\mu$  Parámetro de rendimiento acústico del motor. Para aviones de reacción, característicamente la velocidad normalizada del fan de baja presión, el empuje normalizado del motor o la relación de presiones del motor utilizados para calcular el ajuste por ruido en la fuente.

\*\*\*\*\*

## PARTE II. HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES

### CAPÍTULO 1. ADMINISTRACIÓN

- 1.1** Las disposiciones de 1.2 a 1.6 se deben aplicar 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, 12, 13 y 14 de esta parte, cuando tales aeronaves estén dedicadas a la navegación aérea internacional.
- 1.2** La homologación acústica debe ser concedido o convalido por 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 Reglamento.
- 1.3** Si se solicita la rehomologación acústica, el Estado de matrícula la cual debe conceder o convalidar basándose en pruebas satisfactorias de que la aeronave cumple ciertos requisitos que son por lo menos iguales a las normas aplicables especificadas en este Reglamento. La fecha utilizada por la autoridad de 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 deben ser aprobados por el Estado de matrícula, el cual debe exigir que se lleven a bordo de la aeronave.
- Nota.** - Véase el Reglamento 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 deben contener, por lo menos, los siguientes datos:
- 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, 12 y 14 de este Reglamento.

Dato 11. Capítulo y sección de este Reglamento, 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, 12 y 14 de este Reglamento.

Dato 14. Nivel de ruido de aproximación en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5, 8, 12, 13 y 14 de este Reglamento.

Dato 15. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 2, 3, 4, 5, 12 y 14 de este Reglamento.

Dato 16. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 6, 8, 11 y 13 de este Reglamento.

Dato 17. Nivel de ruido de despegue en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 8, 10 y 13 de este Reglamento.

Dato 18. Declaración de cumplimiento, incluyendo una referencia al Reglamento 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 deben numerar 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 debe prevalecer el sistema de numeración del certificado de aeronavegabilidad conforme al Reglamento 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** La DINAC debe reconocer 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 Reglamento.

**1.9** La DINAC debe suspender o revocar 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** La enmienda de este volumen del Reglamento que ha de utilizar la DINAC debe ser la aplicable en la fecha en que se presentó a dicha institución una solicitud de:

- a) Certificado de tipo en el caso de un nuevo tipo; o
- b) Aprobación de modificación de diseño de tipo en el caso de una versión derivada; o
- c) En cualquiera de estos casos, conforme a un procedimiento de solicitud equivalente prescrito por la autoridad de certificación del Estado contratante.

***Nota.** - A medida que cada nueva edición y enmienda de este Reglamento pasa a ser aplicable (con arreglo a la Tabla A del Preámbulo) sustituye a todas las ediciones y enmiendas anteriores.*

**1.11** Salvo que se indique de otro modo en este volumen del Reglamento, la fecha que han de utilizar la DINAC para determinar la aplicación de las normas de este Reglamento será la fecha en que se presentó al Estado de diseño una solicitud de certificado de tipo o la fecha de solicitud conforme a un procedimiento equivalente prescrito por la autoridad de certificación del Estado de diseño.

**1.12** Para las versiones derivadas donde las disposiciones que rigen la aplicación de las normas del presente Reglamento se refieren a “la solicitud de certificación de una modificación del diseño de tipo”, la fecha que ha de utilizar la DINAC para determinar la aplicación de las normas de este Reglamento será la fecha en que se presentó la solicitud de modificación del diseño de tipo al Estado contratante que por primera vez certificó la modificación del diseño de tipo, o la fecha de presentación conforme a un procedimiento de solicitud equivalente prescrito por la autoridad de certificación de la DINAC que certificó por primera vez la modificación del diseño de tipo.

**1.13** Una solicitud tendrá efecto durante el período especificado en la designación de los reglamentos de aeronavegabilidad apropiados al tipo de aeronave, excepto en casos especiales en que la autoridad de certificación acepte una prolongación de dicho período. Cuando este período de efectividad haya expirado, la fecha que se ha de utilizar en la determinación de la aplicación de las normas de este Reglamento será la fecha de expedición del certificado de tipo o de aprobación de modificación del diseño de tipo, o la fecha de expedición de aprobación conforme a un procedimiento equivalente prescrito por el Estado de diseño, menos el período de efectividad.



**Nota 1.-** *Salvo que se indique de otro modo en este volumen del Reglamento, la edición del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, que ha de utilizarse como orientación sobre el uso de medios aceptables de cumplimiento y procedimientos equivalentes por los Estados contratantes debería ser la que esté en vigor en la fecha en que se presentó al Estado contratante la solicitud de certificado de tipo o de modificación del diseño de tipo.*

**Nota 2.-** *Los medios de cumplimiento y el uso de procedimientos equivalentes están sujetos a la aceptación de la autoridad de certificación del Estado contratante.*

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 2. AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA ANTES DEL 6 DE OCTUBRE DE 1977

### 2.1 APLICACIÓN

*Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

2.1.1 Las normas de este capítulo se deben aplicar a todos los aviones de reacción subsónicos con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo antes del 6 de octubre de 1977, salvo los aviones:

- a) Que sólo necesiten pistas 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 haya presentado la solicitud de certificado de tipo 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 Se deben aplicar a los niveles máximos de ruido de 2.4.1 excepto para las versiones derivadas con respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificación de modificación del diseño de tipo el 26 de noviembre de 1981, o en fecha posterior, en cuyo caso se aplicarán los niveles máximos de ruido de 2.4.2.

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 propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue de más de 8 618 kg 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 especifica 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 120m (394 ft) en sentido vertical por debajo de la trayectoria de descenso de 3°, que intercepta la pista a 300m más allá del umbral. En terreno horizontal, la posición de este punto dista 2 000m del umbral.

## 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 máximos de ruido autorizados 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 siguientes valores:

#### 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 máximos de ruido autorizados 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 debe ser 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 la autoridad de certificación hubiese 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 en el despegue

2.6.1.1 Se debe utilizar el empuje medio de despegue 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, debe alcanzar 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.

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

### 2.6.2 Procedimiento de ensayo en la aproximación

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

2.6.2.2 La aproximación se debe efectuar 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 (Doc. 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona un texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.*

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 3.

**1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 6 DE OCTUBRE DE 1977 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 1 DE ENERO DE 2006**

**2.— AVIONES DE MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 1985 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 1 DE ENERO DE 2006**

### 3.1 APLICACIÓN

*Nota 1.- Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

*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 deben aplicar, con excepción de los aviones propulsados por hélice específicamente diseñados y utilizados para fines agrícolas o de extinción de incendios:

- a) A todos los aviones de reacción subsónicos, comprendidas sus versiones derivadas, con excepción de los aviones que sólo necesiten pistas de 610m de longitud o menos con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad, con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha, y antes del 1 de enero de 2006; y
- 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 haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 1 de enero de 1985 o entre esa fecha y el 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 propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue de más de 8 618 kg matriculados en el mismo, no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Reglamento 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 especifica 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 Reglamento 16, Volumen I, para ese cambio de diseño de tipo. Esto se aplica únicamente a las modificaciones resultantes de una medida de mantenimiento requerida.

### 3.2 MEDICIONES DEL RUIDO

#### 3.2.1 Medida de la evaluación del ruido

La medida de la evaluación del ruido debe ser 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 en conformidad con estas normas, el avión no debe exceder 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) respecto de los cuales la solicitud del certificado de tipo se haya presentado 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 deben efectuar 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 deben utilizar puntos de medición suficientes para demostrar a la autoridad encargada 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 deben efectuar 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  $\pm 10$  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 deben exceder de los siguientes valores.

**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 máximos de ruido autorizados 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 debe ser 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 debe satisfacer los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

**3.6.1.2** Los cálculos de los procedimientos y de las trayectorias de vuelo de referencia deben ser aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**3.6.1.3** Los procedimientos de referencia para el despegue y la aproximación son 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 deben apartar de los descritos en 3.6.2 y 3.6.3 únicamente en cuanto esas características imposibiliten el empleo de esos procedimientos; y
- b) Deben ser aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**3.6.1.5** Los procedimientos de referencia se deben calcular en las condiciones de referencia siguientes:

- a) A la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI;
- b) A la temperatura del aire ambiente al nivel del mar de 25°C, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI (es decir, 0,65°C por 100 m);
- c) A la humedad relativa constante 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; y
- f) La atmósfera de referencia en cuanto a temperatura y humedad relativa se considera homogénea (o sea, temperatura ambiente de 25oC y humedad relativa de 70%) para calcular:

- 1) El régimen de referencia de la atenuación del sonido debido a la absorción atmosférica; y
- 2) La velocidad de referencia del sonido utilizada para calcular la geometría de la propagación del sonido de referencia.

**Nota 1.**— *En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, relativa a la atmósfera tipo de la OACI, figura información detallada sobre el cálculo de la variación de la presión atmosférica de referencia con la altitud.*

**Nota 2.**— *En el Manual de la atmósfera tipo de la OACI ampliada hasta 80 kilómetros (262 500 pies) (Doc 7488/3) figuran las características de la atmósfera tipo de la OACI.*

### 3.6.2 Procedimientos de referencia para el despegue

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

- a) Se deben utilizar 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 debe reducir 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 debe calcular utilizando la potencia máxima de despegue durante todo el ensayo, sin reducir el empuje o la potencia;
- d) La velocidad será:
  - 1) En el caso de los aviones para los cuales los requisitos de aeronavegabilidad aplicables definen  $V_2$ , la velocidad de ascenso en el despegue con todos los motores funcionando seleccionada por el solicitante para uso en operaciones normales, y que será por lo menos  $V_2 + 19$  km/h ( $V_2 + 10$  kt), pero no superior a  $V_2 + 37$  km/h ( $V_2 + 20$  kt) y que se logrará tan pronto como sea posible después de la elevación inicial y se mantendrá durante el ensayo para la homologación acústica en el despegue. El incremento aplicado a  $V_2$  será el mismo para todas las masas de referencia de un modelo de avión a menos que una diferencia en el incremento pueda justificarse sobre la base de las características de performance del avión.

**Nota.**—  $V_2$  se define con arreglo a los requisitos de aeronavegabilidad aplicables. 2) en el caso de los aviones para los cuales los requisitos de aeronavegabilidad aplicables no definen  $V_2$ , la velocidad de despegue a 15 m (50 ft) más un incremento de por lo menos 19 km/h (10 kt) pero no superior a 37 km/h (20 kt) o la velocidad mínima de ascenso, tomándose de ambas la mayor. Esta velocidad se logrará tan pronto como sea posible después de la elevación inicial y se mantendrá durante todo el ensayo para la homologación acústica en el despegue.

**Nota.**— La velocidad de despegue a 15 m (50 ft) y la velocidad mínima de ascenso se definen con arreglo a los requisitos de aeronavegabilidad aplicables.

- e) Durante todo el procedimiento de referencia para el despegue se debe mantener constantemente la configuración de despegue elegida por el solicitante, salvo que este permitido replegar el tren de aterrizaje. El término configuración se debe interpretar 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 debe ser 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 debe establecer 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 deben corregir de acuerdo con esta norma.

**Nota.** - El empuje/potencia de despegue que se utilice debe ser 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 debe calcular del siguiente modo:

- a) El avión se debe mantener en régimen estabilizado y seguirá una trayectoria de planeo de  $3^\circ$ ;
- b) Se debe mantener 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 debe mantener durante el procedimiento de referencia para la aproximación;
- d) La masa del avión en el momento de la toma de contacto debe ser 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 debe utilizar 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 deben ser aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica, del Estado que expida el certificado.
- 3.7.2** Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se deben llevar a cabo y tramitar 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 deben ajustar, 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 8 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 debe exceder de 2 EPNdB para el despegue y de 1 EPNdB para la aproximación. Se deben utilizar datos aprobados por la autoridad encargada 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 deben aceptar 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, deben ser aprobados por la autoridad encargada 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 (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona 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 aerodinámica indicada instantánea se debe mantener en  $\pm 3\%$  de la velocidad aerodinámica media entre los 10 dB de atenuación. Esto lo debe determinar el anemómetro del piloto. Sin embargo, cuando la velocidad aerodinámica indicada instantánea exceda en  $\pm 5,5$  km/h ( $\pm 3$  kt) a la velocidad aerodinámica media sobre los 10 dB de atenuación, y el representante de la autoridad encargada de la homologación 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 Y AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE 55000 KG O MÁS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2017**

**2.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MENOS DE 55000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2020**

**3.— AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MÁS DE 8618 KG E INFERIOR A 55000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 2006 O DESPUÉS DE ESA FECHA Y ANTES DEL 31 DE DICIEMBRE DE 2020**

### 4.1 APLICACIÓN

*Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

4.1.1 Las normas de este capítulo se deben aplicar, con excepción de los aviones que necesiten pistas de 610 m de longitud o menos con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad o los aviones propulsados por hélice específicamente diseñados y utilizados para fines agrícolas o de extinción de incendios:

- a) A todos los aviones de reacción subsónicos y aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, con una masa máxima certificada de despegue de 55 000 kg o más, con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha y antes del 31 de diciembre de 2017;
- b) Todos los aviones de reacción subsónicos, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea de menos de 55 000 kg, con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha y antes del 31 de diciembre de 2020;
- c) A todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 8 618 kg e inferior a 55 000 kg, con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha y antes del 31 de diciembre de 2020; y



- d) 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 satisficían el Reglamento 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 (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves figuran textos de orientación sobre la rehomologación.

**4.1.2** Sin perjuicio de lo estipulado en 4.1.1, la DINAC puede reconocer que, en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue de más de 8618 kg matriculados en el mismo, no se necesita prueba de cumplimiento de las disposiciones de las normas del Reglamento 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 especifica 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 Reglamento 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 debe ser 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 deben aplicar 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 deben exceder 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 debe ser 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 debe ser inferior a 2 EPNdB.

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

#### **4.5 PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA**

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

#### **4.6 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

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

#### **4.7 REHOMOLOGACIÓN**

Para los aviones especificados en 4.1.1 c), se debe otorgar 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 8 618 kg PROPULSADOS POR HÉLICE — Solicitud del certificado de tipo presentada antes del 1 de enero de 1985

#### 5.1 APLICACIÓN

*Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

*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 deben aplicar a:

- a) Los aviones que sólo necesitan pistas de 610 m de longitud, o menos, con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad;
- b) Los aviones específicamente diseñados y utilizados para fines de extinción de incendios; y
- c) Los aviones específicamente diseñados y utilizados para fines de trabajos agrícolas.

5.1.2 Las normas de este capítulo se deben aplicar 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 haya presentado la solicitud de certificado de tipo 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 aplican a los aviones propulsados por hélice cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 8 618 kg con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo antes del 6 de octubre de 1977, y que sean:

- a) Versiones derivadas para las cuales la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo se haya presentado el 6 de octubre de 1977 o en fecha posterior; o
- b) Aviones individuales para los cuales se haya expedido por primera vez un certificado de aeronavegabilidad el 26 de noviembre de 1981 o en fecha posterior.

*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 moto-propulsor instalado.*

**5.1.4** Sin perjuicio de lo estipulado en 5.1.2 y 5.1.3, la DINAC puede reconocer que, en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue de más de 8 618 kg 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 especifica 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.

## **5.2 MEDICIONES DEL RUIDO**

### **5.2.1 Medida de la evaluación del ruido**

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

## **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 debe exceder 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 deben efectuar 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 deben utilizar puntos de medición suficientes para demostrar a la autoridad de certificación que el nivel máximo de ruido en la línea lateral apropiada ha sido determinado con claridad. Simultáneamente se debe efectuar 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 la DINAC 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 deben exceder 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 34000 kg, valor que debe aumentar 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 debe mantener 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 34000 kg, valor que debe aumentar 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 debe mantener 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 34000 kg, valor que debe aumentar 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 debe mantener constante.

**Nota.-** Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles máximos de ruido autorizados 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 debe ser superior a 3 EPNdB;
- b) Todo exceso en un solo punto no debe ser superior a 2 EPNdB; y
- c) Los excesos se deben compensar 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 deben satisfacer los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

**5.6.1.2** Los cálculos de los procedimientos y de las trayectorias de vuelo de referencia deben ser aprobados por la autoridad de certificación.

**5.6.1.3** Los procedimientos de referencia para el despegue y la aproximación deben ser 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 deben apartar de los descritos en 5.6.2 y 5.6.3 únicamente en cuanto esas características imposibiliten el empleo de esos procedimientos; y
- b) Deben ser aprobados por la autoridad de certificación.

**5.6.1.5** Los procedimientos de referencia se deben calcular en las condiciones atmosféricas de referencia siguientes:

- a) A la presión atmosférica al nivel del mar de 1 013,25 hPa, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI;
- b) A la temperatura del aire ambiente al nivel del mar de 25°C, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI (es decir, 0,65°C por 100 m), salvo que a discreción de la autoridad de certificación, estará permitido utilizar la temperatura de 15°C como otra temperatura del aire ambiente al nivel del mar;
- c) A la humedad relativa constante de 70%; y
- d) Sin viento; y
- e) La atmósfera de referencia en cuanto a temperatura y humedad relativa se debe considerar homogénea (o sea, temperatura ambiente de 25°C y humedad relativa de 70%) para calcular:
  - 1) El régimen de referencia de la atenuación del sonido debido a la absorción atmosférica; y
  - 2) La velocidad de referencia del sonido utilizada para calcular la geometría de la propagación del sonido de referencia.

**Nota 1.**— *En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, relativa a la atmósfera tipo de la OACI, figura información detallada sobre el cálculo de la variación de la presión atmosférica de referencia con la altitud.*

**Nota 2.**— *En el Manual de la atmósfera tipo de la OACI ampliada hasta 80 kilómetros (262 500 pies) (Doc 7488/3) figuran las características de la atmósfera tipo de la OACI.*

**5.6.2** Procedimientos de referencia para el despegue La trayectoria de vuelo de despegue se debe calcular de la siguiente manera:

- a) Se debe utilizar 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 debe ser 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 debe reducir 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 ser 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), debe alcanzar lo antes posible después del despegue y se mantener durante todo el ensayo para la homologación en cuanto al ruido de despegue;
- d) Durante todo el procedimiento de referencia para el despegue se debe mantener 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 debe ser 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 debe calcular del siguiente modo:

- a) El avión se debe mantener en régimen estabilizado y seguirá una trayectoria de planeo de 3°;
- b) La aproximación se debe efectuara 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 mantener 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, debe ser 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 debe utilizar 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 deben ser aceptables para la autoridad de certificación de aeronavegabilidad y la autoridad de certificación en cuanto al ruido, 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 deben ajustar siguiendo los métodos indicados en el Apéndice 2, a las condiciones de referencia de este capítulo. Se debe efectuar los ajustes de velocidad y de empuje, del modo que se indica en la Sección 8 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 2 EPNdB para el despegue y de 1 EPNdB para la aproximación. Se utilizarán datos aprobados por la autoridad de certificación 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, deben ser aprobados por la autoridad de certificación. Los ajustes no deben exceder 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 deben ser inferiores en 2 EPNdB por lo menos a los niveles límites de ruido especificados en 5.4.

**Nota.—** En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona 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 tipo presentada antes del 17 de noviembre de 1988

#### 6.1 APLICACIÓN

*Nota 1.— Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

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

Las normas de este capítulo se deben aplicar a todos los aviones propulsados por hélice, excepto los que hayan sido específicamente diseñados y utilizados 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 haya presentado la solicitud de certificado de tipo 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 haya presentado la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha, corresponde aplicar las normas del Capítulo 10; o bien
- b) Se haya 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 debe ser 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".

#### 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 debe exceder de los siguientes valores:

—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 1.**— 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.

**Nota 2.**— Véanse en el Adjunto A las ecuaciones para el cálculo de los niveles máximos de ruido autorizados en función de la masa de despegue.

#### 6.4 PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

Los procedimientos de referencia se deben calcular en las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

- a) A la presión atmosférica al nivel del mar de 1.013,25 hPa, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI; y
- b) A la temperatura del aire ambiente al nivel del mar de 25°C, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI (es decir, 0,65°C por 100 m).

**Nota 1.**— En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, relativa a la atmósfera tipo de la OACI, figura información detallada sobre el cálculo de la variación de la presión atmosférica de referencia con la altitud.

**Nota 2.**— En el Manual de la atmósfera tipo de la OACI ampliada hasta 80 kilómetros (262 500 pies) (Doc 7488/3) figuran las características de la atmósfera tipo de la OACI.

#### 6.5 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

**6.5.1** Se deben utilizar los procedimientos de ensayo descritos en 6.5.2 y 6.5.3, o los procedimientos equivalentes de ensayo aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**6.5.2** Los ensayos destinados a demostrar conformidad con los niveles máximos de ruido de 6.3 deben consistir en una serie de vuelos horizontales sobre la estación de medición, a una altura de 300 +10 m (984 + 30 –30 –100 ft). El avión debe pasar por encima del punto de medición con una tolerancia de  $\pm 10^\circ$  con respecto a la vertical.

**6.5.3** El sobrevuelo se debe efectuar a la potencia máxima dentro de la gama normal de operaciones<sup>2</sup>, con la velocidad aerodinámica estabilizada y con el avión en la configuración de crucero.

**Nota.**— En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.

\*\*\*\*\*

## 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 también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.

**8.1.1** Las normas de este capítulo se deben aplicar 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 y utilizados específicamente 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 haya presentado la solicitud de certificado de tipo el 1 de enero de 1985, o después de esa fecha, se deben aplicar los niveles máximos 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 haya presentado una solicitud de certificación de la modificación del diseño de tipo el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha, se aplican los niveles máximos 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 haya presentado una solicitud de certificado de tipo el 21 de marzo de 2002, o después de esa fecha, se aplican los niveles máximos de ruido indicados en 8.4.2.

**8.1.5** La homologación de los helicópteros que puedan transportar cargas por eslinga o equipo externos deben 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 debe ser 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 debe exceder de los niveles de ruido especificados en 8.4, en los siguientes puntos:

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);
- 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 6,0° 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 deben exceder de los siguientes valores:

**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 máximos de ruido autorizados 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 deben exceder de los siguientes valores :

**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 debe ser superior a 4 EPNdB;
- b) Todo exceso en un solo punto no debe ser superior a 3 EPNdB; y
- c) Los excesos se deben compensar 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 deben satisfacer los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad.

**8.6.1.2** Los procedimientos y trayectorias de vuelo de referencia deben ser aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**8.6.1.3** Los procedimientos de referencia para el despegue, el sobrevuelo y la aproximación deben ser 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 deben apartar 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) Deben ser aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**8.6.1.5** Los procedimientos de referencia se deben calcular en las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

- a) Presión atmosférica constante al nivel del mar de 1.013,25 hPa;
- b) Temperatura del aire ambiente constante de 25°C;
- c) Humedad relativa constante 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 debe tomar 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 debe tomar 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, en el procedimiento de homologación acústica, se debe usar la velocidad operacional normal máxima del rotor, correspondiente a la condición de vuelo de referencia. Si el piloto puede variar la velocidad del rotor, en el procedimiento de homologación acústica se debe usar la velocidad operacional normal máxima del rotor que se especifica en la sección de limitaciones del manual de vuelo para las condiciones de referencia.

## 8.6.2 PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA PARA EL DESPEGUE

El procedimiento de referencia para el despegue se debe establecer de la siguiente manera:

- a) El helicóptero se debe estabilizar 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 debe mantener la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso VY, o la velocidad mínima aprobada para el ascenso después del despegue, de ambos valores el mayor;
- c) El ascenso en régimen estabilizado se debe efectuar 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 debe mantener 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 VY;
- e) La masa del helicóptero debe ser 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 y por la velocidad VY 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 debe establecer de la siguiente manera:

- a) El helicóptero se debe estabilizar 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 debe mantener la velocidad más baja de las velocidades  $0,9 V_H$  ó  $0,9 V_{NE}$  ó  $0,45 V_H + 120 \text{ km/h}$  ( $0,45 V_H + 65 \text{ kt}$ ) 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, VH 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. VNE se define como la velocidad aerodinámica de aeronavegabilidad que no debe sobrepasarse impuesta por el fabricante y aprobada por la autoridad de certificación.

- c) El sobrevuelo se debe efectuar a la velocidad estabilizada de giro del rotor a las rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para vuelo horizontal;
- d) El helicóptero debe volar en la configuración de crucero; y
- e) La masa del helicóptero debe ser 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 VH y VNE utilizados se deben citar en el manual de vuelo aprobado.

#### **8.6.4 PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA PARA LA APROXIMACIÓN**

El procedimiento de referencia para la aproximación se debe establecer de la siguiente manera:

- a) El helicóptero se debe estabilizar y seguir una trayectoria de aproximación de 6,0°;
- b) La aproximación se debe efectuar a una velocidad aerodinámica constante igual a la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso VY, 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 debe mantener dicha velocidad hasta la toma normal de contacto;
- c) La aproximación se debe efectuar 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 debe mantener 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 debe ser la masa máxima de aterrizaje en relación con la cual se solicita la homologación.

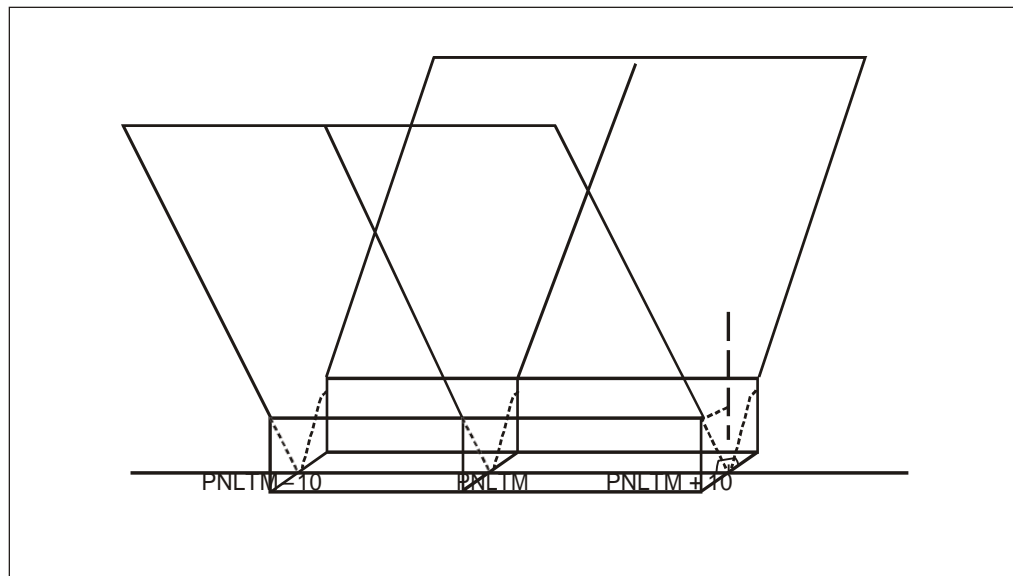
#### **8.7 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

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

**8.7.2** Los procedimientos de ensayo y las mediciones del ruido se deben llevar a cabo y se deben tramitar en una forma aprobada para dar la medida de evaluación del

ruido designado 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 deben ser análogos a las condiciones y procedimientos de referencia, o bien los datos acústicos se deben ajustar, 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 deben exceder:
  - a) *Para el ruido de despegue:* 4,0 EPNdB, de los cuales la suma aritmética de  $\Delta_1$  y del término  $-7,5 \log(QK/Q_rK_r)$  de  $\Delta_2$  no debe exceder 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 debe diferir del valor normal máximo de operación en más de  $\pm 1,0\%$  durante el período de atenuación de 10 dB.
- 8.7.6 La velocidad aerodinámica del helicóptero no debe diferir de la conveniente velocidad aerodinámica de referencia en el vuelo de demostración en más de  $\pm 9$  km/h ( $\pm 5$  kt) durante el período de atenuación de 10 dB.
- 8.7.7 El número de sobrevuelos horizontales con viento de frente debe ser igual al número de sobrevuelos horizontales con viento de cola.
- 8.7.8 El helicóptero debe volar dentro de un ángulo de  $\pm 10^\circ$  o  $\pm 20$  m, de ambos valores el que sea mayor, respecto al plano vertical sobre la derrota de referencia, durante el período de atenuación de 10 dB (véase la Figura 8-1).



**FIGURA 8-1. TOLERANCIAS DE DESVIACIÓN LATERAL DE LOS HELICÓPTEROS**

- 8.7.9** Durante el sobrevuelo, la altura del helicóptero no debe diferir, de la altura de referencia en la vertical del punto de medición, en más de  $\pm 9$  m ( $\pm 30$  ft).
- 8.7.10** Durante la demostración del ruido de aproximación, el helicóptero se debe mantener 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 deben efectuar con una masa no inferior al 90% de la correspondiente masa máxima certificada y se debe poder efectuar con una masa que no exceda del 105% de dicha masa máxima certificada. En cada una de las tres condiciones de vuelo, se completará un ensayo por lo menos con dicha masa máxima certificada o una mayor aún.

**Nota.—** *En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.*

\*\*\*\*\*

## 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) Todas las aeronaves con respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo, o la autoridad de certificación haya 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 haya presentado una solicitud de modificación del diseño de tipo que implicase la instalación básica del APU, o la autoridad de certificación hubiese llevado a cabo un procedimiento prescrito equivalente el 6 de octubre e de 1977 o después de esa fecha.

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 10.

### AVIONES DE NO MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE—SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO, O DE CERTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN DERIVADA, PRESENTADA EL 17 DE NOVIEMBRE DE 1988 O DESPUÉS DE ESA FECHA

#### 10.1 APLICACIÓN

*Nota 1.- Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

*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 deben aplicar a todos los aviones propulsados por hélice, cuya masa certificada de despegue no exceda de 8.618 kg, salvo los específicamente diseñados y utilizados para acrobacia, trabajos agrícolas o extinción de incendios, y a los planeadores con motor de sustentación.
- 10.1.2** En el caso de los aviones con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud del certificado de tipo el 17 de noviembre de 1988 o después, salvo los aviones especificados en 10.1.6, se aplican los niveles máximos de ruido especificados en 10.4 a).
- 10.1.3** En el caso de los aviones especificados en 10.1.2 con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud del certificado de tipo antes del 17 de noviembre de 1993, y que no se ajusten a las normas de este capítulo, se deben aplicar las normas del Capítulo 6.
- 10.1.4** En el caso de las versiones derivadas con respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo el 17 de noviembre de 1988 o después, salvo por las versiones derivadas especificadas en 10.1.6, se deben aplicar los niveles máximos de ruido especificados en 10.4 a).
- 10.1.5** En el caso de las versiones derivadas especificadas en 10.1.4 con respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo antes del 17 de noviembre de 1993 y que no se ajusten a las normas de este capítulo, se deben aplicar las normas del Capítulo 6.
- 10.1.6** En el caso de los aviones monomotores, salvo los de flotadores o anfibios:
- a) Los niveles máximos de ruido de 10.4 b) se deben aplicar a los aviones, incluyendo sus versiones derivadas, para los cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo el 4 de noviembre de 1999, o después;
  - b) Los niveles máximos de ruido de 10.4 b) se deben aplicar a las versiones derivadas de aviones para los cuales se haya presentado la solicitud del certificado de tipo antes del 4 de noviembre de 1999 y para los cuales se haya

presentado la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo el 4 de noviembre de 1999, o después; salvo que

- c) Para las versiones derivadas descritas en 10.1.6 b) con respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de modificación del diseño de tipo antes del 4 de noviembre de 2004 y que excedieran los niveles máximos de ruido de 10.4 b), se deben aplicar los niveles máximos de ruido de 10.4 a).

## 10.2 MEDIDA DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO

La medida de la evaluación del ruido será el nivel máximo de ruido de ponderación "A"  $L_{ASmáx}$  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 debe exceder 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 deben exceder de los siguientes:

- a) En el caso de los aviones comprendidos en 10.1.2 y 10.1.4, un límite constante de 76 dB(A) para aviones cuya masa sea de hasta 600 kg, dicho valor debe aumentar 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 debe mantener constante para aviones cuya masa sea de hasta 8.618 kg; y
- b) En el caso de los aviones comprendidos en 10.1.4, 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.

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

## 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 deben ser aprobados por la autoridad encargada 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 deben llevar a cabo de conformidad con 10.5.2, los procedimientos de referencia:

- a) Deben ser 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) Deben ser aprobados por la autoridad de certificación.

**10.5.1.4** Los procedimientos de referencia se deben calcular de acuerdo con las siguientes condiciones atmosféricas:

- a) A la presión atmosférica al nivel del mar de 1.013,25 hPa, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI;
- b) A la temperatura del aire ambiente al nivel del mar de 25°C, que disminuye con la altitud al ritmo definido por la atmósfera tipo de la OACI (es decir, 0,65°C por 100 m);
- c) A la humedad relativa constante de 70%; y
- d) Sin viento.

***Nota 1.-** En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, relativa a la atmósfera tipo de la OACI, figura información detallada sobre el cálculo de la variación de la presión atmosférica de referencia con la altitud.*

***Nota 2.-** En el Manual de la atmósfera tipo de la OACI ampliada hasta 80 kilómetros (262 500 pies) (Doc 7488/3) figuran las características de la atmósfera tipo de la OACI.*

**10.5.1.5** Las condiciones atmosféricas de referencia para la medición acústica deben ser 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 debe calcular teniendo en cuenta las siguientes dos fases:

### **PRIMERA FASE**

- a) Se debe utilizar 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 debe mantener 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, debe ser la máxima de despegue con respecto a la cual se solicite la homologación acústica; y

- d) La longitud de esta primera parte corresponde 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 debe mantener 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 debe ser, la velocidad correspondiente al régimen óptimo de ascenso, VY.; y
- d) La potencia de despegue Y, para los aviones con hélice de paso variable o de velocidad constante, las rpm se deben mantener 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 deben mantener hasta donde lo permitan dichas limitaciones y de ahí en adelante a potencia y rpm máximas continuas. No se debe permitir limitar el tiempo durante el cual deben aplicarse la potencia de despegue y las rpm para cumplir con este capítulo. La altura de referencia se debe calcular 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 deben ser 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 deben llevar a cabo y se deben tramitar en una forma aprobada para determinar la medida de evaluación del ruido en unidades  $L_{ASmáx}$ , según se describe en el Apéndice 6.
- 10.6.3** Los datos acústicos se deben ajustar 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, deben ser aprobados por la autoridad encargada de la homologación.

**Nota.-** En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona 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, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.

11.1.1 Las normas de este capítulo se deben aplicar 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 específicamente diseñados y utilizados para trabajos agrícolas, extinción de incendios o transporte de cargas por eslinga.

11.1.2 Respecto a un helicóptero para el cual se haya presentado la solicitud del certificado de tipo el 11 de noviembre de 1993 o después de esa fecha, se deben aplicar los niveles máximos 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 haya presentado la solicitud del certificado de modificación del diseño de tipo el 11 de noviembre de 1993 o después de esa fecha, se aplicarán los niveles máximos 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 haya presentado la solicitud del certificado de tipo el 21 de marzo de 2002 o después de esa fecha, se deben aplicar los niveles máximos de ruido indicados en 11.4.2.

11.1.5 La homologación de los helicópteros que puedan transportar cargas por eslinga o equipos externos debe 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 debe ser el nivel de exposición al ruido LAE 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 debe exceder 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 deben exceder de 82 dB(A) 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 debe aumentar, 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 deben exceder de 82 dB(A) 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 debe aumentar, de ahí en adelante, linealmente con el logaritmo de la masa del helicóptero a razón de 3 decibeles por cada duplicación de la masa.

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

## 11.5 PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA

### 11.5.1 Condiciones generales

**11.5.1.1** El procedimiento de referencia se debe conformar a los requisitos correspondientes de aeronavegabilidad y debe ser aprobado por la autoridad encargada de la homologación.

**11.5.1.2** Excepto cuando se apruebe de otro modo, el procedimiento de referencia para el sobrevuelo debe ser 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 debe permitir que el procedimiento de referencia se aparte del procedimiento de referencia normalizado, con la aprobación de la autoridad encargada 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 debe calcular según las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

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

**11.5.1.5** Las rpm máximas, en operaciones normales, se deben tomar como la velocidad de rotor máxima 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 debe tomar 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, en el procedimiento de homologación acústica, se debe usar la velocidad operacional normal máxima del rotor correspondiente a la condición de vuelo de referencia. Si el piloto puede variar la velocidad del rotor, en el procedimiento de homologación acústica, se debe usar la velocidad operacional normal máxima del rotor que se especifica en la sección de limitaciones del manual de vuelo para las condiciones de referencia.

## **11.5.2 Procedimiento de referencia**

**11.5.2.1** El procedimiento de referencia se debe establecer de la siguiente manera:

- a) El helicóptero se debe estabilizar en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de la trayectoria de vuelo a una altura de  $150\text{ m} \pm 15\text{ m}$  ( $492\text{ ft} \pm 50\text{ ft}$ );
- b) Se debe mantener la más baja de las velocidades  $0,9 V_H$  ó  $0,9 V_{NE}$  ó  $0,45 V_H + 120\text{ km/h}$  ( $65\text{ kt}$ ) ó  $0,45 V_{NE} + 120\text{ km/h}$  ( $65\text{ kt}$ ), 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 ( $1\ 013,25\text{ hPa}$ ), a la temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$ , 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 la autoridad de certificación;
- c) El sobrevuelo se debe efectuar a una velocidad estabilizada de giro del rotor a las rpm máximas en operaciones normales certificadas para vuelo horizontal;
- d) El helicóptero debe volar en la configuración de crucero; y
- e) La masa del helicóptero debe ser 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 deben citar en el manual de vuelo aprobado.

## **11.6 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

**11.6.1** Los procedimientos de ensayo deben ser 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 deben llevar a cabo y se deben tramitar en una forma aprobada para dar la medida de evaluación del ruido designada con el nombre de nivel de exposición al ruido ( $L_{AE}$ ) en decibelios de ponderación "A" integrados en la duración, según se describe en el Apéndice 4.

- 11.6.3** Las condiciones y procedimientos de ensayo deben ser muy parecidos a las condiciones y procedimientos de referencia, o bien los datos acústicos se deben ajustar, 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 deben efectuar 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 deben exceder de 2,0 dB(A).
- 11.6.6** Durante el ensayo, el régimen medio del rotor (rpm) no debe diferir de las rpm máximas para operaciones normales en más de  $\pm 1,0\%$  durante el período de atenuación de 10 dB.
- 11.6.7** La velocidad aerodinámica del helicóptero no debe diferir de la velocidad aerodinámica de referencia adecuada del vuelo de demostración, según se describe en el Apéndice 4, en más de  $\pm 5,5$  km/h ( $\pm 3$  kt) durante el período de atenuación de 10 dB.
- 11.6.8** El helicóptero debe volar 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 deben efectuar 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 (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes.*

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 12. AVIONES SUPERSÓNICOS

### 12.1 AVIONES SUPERSÓNICOS—SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA 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 deben aplicar a todos los aviones supersónicos, incluso sus versiones derivadas, con respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo 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 deben exceder de los niveles medidos de ruido del primer avión certificado de este tipo.

### 12.2 AVIONES SUPERSÓNICOS—SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA 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. No obstante, los niveles máximos de ruido para esta Parte que serían aplicables a los aviones de reacción subsónicos pueden utilizarse como orientación. Aún no se han establecido niveles aceptables de estampido sónico y puede suponerse que el cumplimiento de las normas acústicas subsónicas no permita la realización de vuelos supersónicos.*

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 13.

### AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE

**Nota.-** No se tiene el objetivo de que estas normas 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 condiciones/procedimientos distintos o complementarios.

#### 13.1 APLICACIÓN

**Nota.—** Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.

**13.1.1** Las normas del presente capítulo se deben aplicar a todas las aeronaves de rotor basculante, incluidas sus versiones derivadas, respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo el 1 de enero de 2018 o después de esa fecha.

**13.1.2** La certificación acústica de aeronaves de rotor basculante que sean capaces de soportar cargas o equipo externos, debe realizarse sin tales cargas o equipo.

#### 13.2 MEDIDA DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO

La medida de la evaluación del ruido debe ser el nivel efectivo de ruido percibido, expresado en EPNdB, según se describe en el Apéndice 2 de este Anexo. La corrección de irregularidades espectrales debe iniciarse a 50 Hz (véase 4.3.1 del Apéndice 2).

**Nota.-** Deberían presentarse a la DINAC para fines de planificación del uso de los terrenos otros datos en unidades  $L_{AE}$  y  $L_{ASmáx}$  según lo definido en el Apéndice 4, y los SPL de un tercio de octava según lo definido en el Apéndice 2 correspondiente a  $L_{ASmáx}$ .

#### 13.3 PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO

En los ensayos que se lleven a cabo de conformidad con los procedimientos descritos en 13.6 y con los procedimientos de ensayo de 13.7, la aeronave de rotor basculante no debe exceder de los niveles de ruido especificados en 13.4 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 13.6.2) y a una distancia de 500 m (1 640 ft) 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 (492 ft) 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 13.6.3);
- 2) Otros dos puntos en tierra colocados simétricamente a 150 m (492 ft) 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 13.6.4). En terreno horizontal, esto corresponde a una posición de 1 140 m (3 740 ft) 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 (492 ft) 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.

## 13.4 NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

**13.4.1** Para aeronaves de rotor basculante especificadas en 13.1, 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 deben exceder de los siguientes valores:

**13.4.1.1** *Para 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 debe disminuir 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 debe mantener constante.

**13.4.1.2** *Para 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 debe disminuir 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 debe mantener 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.

**13.4.1.3** Para 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 debe disminuir 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 debe mantener constante.

**Nota.-** Las ecuaciones para el cálculo de los niveles de ruido en función de la masa de despegue presentadas en la Sección 7 del Adjunto A, para las condiciones descritas en el Capítulo 8, 8.4.1, están en consonancia con los niveles máximos de ruido definidos en 13.4.

## **13.5 COMPENSACIONES**

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

- a) La suma de los excesos no debe ser superior a 4 EPNdB;
- b) Todo exceso en un solo punto no debe ser superior a 3 EPNdB; y
- c) Los excesos deben compensarse por las reducciones correspondientes en otros u otros puntos de medición.

## **13.6 PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA**

### **13.6.1 Condiciones generales**

**13.6.1.1** En los procedimientos de referencia deben cumplirse los requisitos apropiados de aeronavegabilidad.

**13.6.1.2** Los procedimientos de referencia y las trayectorias de vuelo deben ser aprobados por la autoridad de certificación.

**13.6.1.3** Salvo en las condiciones especificadas en 13.6.1.4, los procedimientos de referencia para el despegue, el sobrevuelo y la aproximación deben ser los definidos en 13.6.2, 13.6.3 y 13.6.4, respectivamente.

**13.6.1.4** Cuando el solicitante demuestre que las características de diseño de la aeronave de rotor basculante, deben impedir que el vuelo se realice de conformidad con 13.6.2, 13.6.3 ó 13.6.4, los procedimientos de referencia deben:

- a) Apartarse de los procedimientos de referencia definidos en 13.6.2, 13.6.3 ó 13.6.4 solamente en la amplitud requerida por aquellas características de diseño que imposibilitan el cumplimiento de los procedimientos de referencia; y
- b) Ser aprobados por la autoridad de certificación.



**13.6.1.5** Los procedimientos de referencia se deben calcular según las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

- a) Presión atmosférica constante de 1 013,25 hPa;
- b) Temperatura constante del aire ambiente de 25°C;
- c) Humedad relativa constante del 70%; y
- d) Sin viento.

**13.6.1.6** En 13.6.2 d), 13.6.3 d) y 13.6.4 c), deben 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 la autoridad de certificación. Cuando se especifique un valor de tolerancia para la velocidad máxima del rotor, se debe tomar 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, se debe utilizar la máxima velocidad del rotor en condiciones normales de funcionamiento correspondiente a la condición de vuelo de referencia durante el procedimiento de homologación acústica. Si puede modificarse por intervención del piloto la velocidad del rotor, se debe utilizar la máxima velocidad normal de funcionamiento del rotor especificada en la sección de limitaciones del manual de vuelo para las condiciones de referencia durante el procedimiento de homologación acústica.

### **13.6.2 Procedimiento de referencia para el despegue**

El procedimiento de vuelo de referencia para el despegue se debe establecer como lo siguiente:

- a) Debe 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) El rotor basculante debe 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 (1 640 ft) antes del punto de referencia de trayectoria de despegue a 20 m (65 ft) por encima del suelo;
- c) Debe 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) Debe 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, deber 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 (1 640 ft) 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 y la velocidad vertical óptima de ascenso correspondiente al ángulo de la barquilla seleccionado y para rendimiento del motor de especificación mínima.

### 13.6.3 Procedimiento de referencia para el sobrevuelo

13.6.3.1 El procedimiento de vuelo de referencia para el sobrevuelo se debe establecer de la siguiente manera:

- a) El rotor basculante debe estabilizarse en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de trayectoria de vuelo a una altura de 150 m (492 ft);
- b) Debe 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 debe ser la masa máxima de despegue a la cual se solicita la homologación acústica;
- d) En el modo VTOL/conversión, deben 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 VCON 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 VCON como la velocidad máxima autorizada para modo VTOL/conversión a un ángulo especificado de la barquilla.

- e) En el modo de avión, deben 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 VCON; y
  - 2) La velocidad del rotor estabilizada a las rpm de crucero normales correspondientes al modo de avión y a la correspondiente 0,9 VMCP ó 0,9 VMO, de ambos valores el menor, certificadas para vuelo horizontal.

**Nota.-** Para fines de homologación acústica, se define VMCP 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 VMO como la velocidad aerodinámica máxima límite de funcionamiento (MO) que no puede ser deliberadamente excedida.

13.6.3.2 Deben indicarse en el manual de vuelo aprobado los valores de VCON y VMCP ó VMO utilizados para la homologación acústica.

#### 13.6.4 PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA PARA LA APROXIMACIÓN

El procedimiento de vuelo de referencia para la aproximación se debe establecer de la siguiente manera:

- a) El rotor basculante debe estabilizarse y seguir una trayectoria de aproximación de 6,0°;
- b) La aproximación debe 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 la barquilla o a la velocidad aerodinámica mínima aprobada 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 vuelo y mantenerse hasta la toma de contacto normal;
- c) La aproximación debe realizarse con la velocidad del rotor estabilizada a las rpm máximas normales de funcionamiento certificadas para la aproximación;
- d) Se debe mantener 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 rotor basculante en el punto de toma de contacto debe ser la masa máxima de aterrizaje a la cual se solicita la homologación acústica.

#### 13.7 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

**13.7.1** Los procedimientos de ensayo deben ser aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica del estado que expida el certificado.

**13.7.2** Deben 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 13.2.

**13.7.3** Las condiciones de ensayo y los procedimientos deben ser similares a las condiciones y procedimientos de referencia o deben ajustarse los datos acústicos, mediante los métodos esbozados en el Apéndice 2 para helicópteros, a las condiciones de referencia y los procedimientos especificados en este capítulo.

**13.7.4** Los ajustes correspondientes a diferencias entre los procedimientos de ensayo y de vuelo de referencia no deben exceder:

- a) *Para el despegue:* en 4,0 EPNdB, de los cuales la suma aritmética de  $\Delta 1$  y del término  $-7,5 \log QK/QrKr$  de  $\Delta 2$  no debe exceder, en total, de 2,0 EPNdB; y
- b) *Para el sobrevuelo o la aproximación:* en 2,0 EPNdB.

**13.7.5** Durante el ensayo las rpm del rotor no deben, en promedio, variar de las rpm máximas de funcionamiento normal en más de  $\pm 1,0\%$  en todo el período de disminución de 10 dB.

- 13.7.6** La velocidad aerodinámica de la aeronave de rotor basculante no debe apartarse de la velocidad aerodinámica de referencia apropiada a la demostración del vuelo, en más de  $\pm 9$  km/h ( $\pm 5$  kt) durante todo el período de disminución de 10 dB.
- 13.7.7** El número de sobrevuelos horizontales realizado con el componente del viento de frente debe ser igual al número de sobrevuelos horizontales realizados con el componente de viento de cola.
- 13.7.8** El rotor basculante debe volar en un entorno de  $\pm 10^\circ$  ó  $\pm 20$  m ( $\pm 65$  ft), 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).
- 13.7.9** La altura de la aeronave de rotor basculante no debe apartarse, durante el sobrevuelo, de la altura de referencia durante todo el período de disminución de 10 dB en más de  $\pm 9$  m ( $\pm 30$  ft).
- 13.7.10** Durante la demostración del ruido de aproximación, se deber establecer el rotor basculante en una configuración de aproximación a velocidad constante estabilizada dentro del espacio aéreo comprendido entre los ángulos de aproximación de  $5,5^\circ$  y de  $6,5^\circ$  durante todo el período de disminución de 10 dB.
- 13.7.11** Se deben realizar 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, se completa á por lo menos un ensayo a la masa máxima certificada o a un valor superior.

\*\*\*\*\*

## CAPÍTULO 14.

**1.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS Y AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE 55 000 KG O MÁS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017 O DESPUÉS DE ESA FECHA**

**2.— AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MENOS DE 55 000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2020 O DESPUÉS DE ESA FECHA**

**3.— AVIONES PROPULSADOS POR HÉLICE CON UNA MASA MÁXIMA CERTIFICADA DE DESPEGUE DE MÁS DE 8 618 KG E INFERIOR A 55 000 KG — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2020 O DESPUÉS DE ESA FECHA**

### 14.1 APLICACIÓN

*Nota.— Véase también el Capítulo 1, 1.10, 1.11, 1.12 y 1.13.*

14.1.1 Las normas de este capítulo se deben aplicar, con excepción de los aviones de reacción que necesiten pistas<sup>1</sup> de 610 m de longitud o menos con la masa máxima certificada para fines de aeronavegabilidad o los aviones propulsados por hélice específicamente diseñados y utilizados para fines agrícolas o de extinción de incendios:

- a) A todos los aviones de reacción subsónicos y aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea de 55.000 kg o superior y respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 31 de diciembre de 2017 o después de esa fecha;
- b) A todos los aviones de reacción subsónicos, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea inferior a 55.000 kg y respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de un certificado de tipo el 31 de diciembre de 2020 o después de esa fecha;

- c) A todos los aviones propulsados por hélice, comprendidas sus versiones derivadas, cuya masa máxima certificada de despegue sea superior a 8.618 kg pero inferior a 55.000 kg y respecto a los cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo el 31 de diciembre de 2020 o después de esa fecha; y
- d) A todos los aviones de reacción subsónicos y aviones propulsados por hélice que hayan obtenido originalmente la homologación en cumplimiento del Anexo 16, Volumen I, Capítulo 3, Capítulo 4 o Capítulo 5, respecto a los cuales se solicite la rehomologación en cumplimiento del Capítulo 14.

**Nota.-** En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I – Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, se proporciona un texto de orientación sobre las solicitudes de rehomologación.

**14.1.2** Sin perjuicio de lo estipulado en 14.1.1, la DINAC puede reconocer que, en las situaciones descritas seguidamente para los aviones de reacción y aviones propulsados por hélice de una masa máxima certificada de despegue de más de 8.618 kg 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 especifica 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.

## **14.2 MEDICIONES DEL RUIDO**

### **14.2.1 Medida de la evaluación del ruido**

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

## **14.3 PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO**

**14.3.1** En los ensayos que se lleven a cabo de conformidad con estas normas, el avión no debe exceder los niveles de ruido especificados en 14.4 en el ruido medido en los puntos especificados en el Capítulo 3, 3.3.1 a), b) y c).

### **14.3.2 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.

## 14.4 NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

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

### 14.4.1.1 *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 debe decrecer linealmente con el logaritmo de la masa hasta 94 EPNdB que corresponde a aviones con una masa de 35.000 kg, después de lo cual el límite se debe mantener constante hasta una masa de 8.618 kg, donde debe decrecer linealmente con el logaritmo de la masa hasta 88,6 EPNdB que corresponde a aviones con una masa de 2 000 kg, después de lo cual el límite se mantendrá constante.

### 14.4.1.2 *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 debe decrecer linealmente con el logaritmo de la masa a razón de 4 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad hasta 89 EPNdB, de lo cual el límite se debe mantener constante hasta una masa de 8.618 kg, donde debe decrecer linealmente con el logaritmo de la masa a razón de 4 EPNdB por cada disminución de la masa a la mitad hasta una masa de 2.000 kg, después de lo cual el límite se debe mantener 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 con una masa máxima certificada de despegue que sea igual o superior a 385.000 kg.

### 14.4.1.3 *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 debe decrecer 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 debe mantener constante hasta una masa de 8.618 kg, donde debe decrecer linealmente con el logaritmo de la masa hasta 93,1 EPNdB que corresponde a aviones con una masa de 2.000 kg, después de lo cual el límite se debe mantener constante.

14.4.1.4 La suma de las diferencias de los tres puntos de medición entre los niveles máximos de ruido y los niveles máximos de ruido autorizados especificados en 14.4.1.1, 14.4.1.2 y 14.4.1.3, no debe ser inferior a 17 EPNdB.

**14.4.1.5** El nivel máximo de ruido en cada uno de los tres puntos de medición no debe ser inferior a 1 EPNdB por debajo del nivel máximo de ruido autorizado correspondiente especificado en 14.4.1.1, 14.4.1.2 y 14.4.1.3.

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

**14.5 PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA**

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

**14.6 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

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

**14.7 REHOMOLOGACIÓN**

Para los aviones especificados en 14.1.1 d), se debe otorgar la homologación basándose en que las pruebas utilizadas para determinar el cumplimiento con el Capítulo 14 son tan satisfactorias como las pruebas correspondientes a los aviones que se especifican en 14.1.1 a), b) y c).

\*\*\*\*\*



## 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.*

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 diseño 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 torno a los aeropuertos (Doc 9911).*

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 torno a los aeropuertos (Doc 9911).*

\*\*\*\*\*

## 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 deben introducir a menos que la autoridad reguladora, basándose en estudios y consultas pertinentes, determine que exista un problema de ruido.
3. Los procedimientos operacionales de aeronaves para la atenuación del ruido deben elaborarse en consulta con los explotadores que utilizan el aeródromo interesado.
4. Al elaborar procedimientos operacionales de aeronaves para la atenuación del ruido deben 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 deben ser 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. 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 tipo presentada 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 la autoridad encargada 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 deben llevar a cabo, los ensayos de homologación 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 la autoridad encargada 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 (Doc 9501), Volumen I - Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona texto de orientación sobre el empleo de procedimientos equivalentes para la homologación acústica de los aviones de reacción subsónicos.*

## 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, consisten en una serie de despegues y aterrizajes durante los cuales se deben efectuar mediciones en los puntos especificados por la autoridad encargada de la homologación. Estos puntos son normalmente:

- a) Punto de medición del ruido de sobrevuelo1;
- b) Punto de medición del ruido de aproximación; y
- c) 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 debe utilizar suficiente número de estaciones en estas líneas laterales. Para determinar si existe alguna asimetría en el campo de ruido, se debe emplazar por lo menos una estación de medición a lo largo de la línea lateral alterna. En cada despegue de ensayo, se debe efectuar 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 deben estar 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 debe haber ningún obstáculo que pueda influenciar de una manera significativa el campo sonoro procedente del avión. Dicho cono debe estar definido por un eje perpendicular al suelo y por un semiángulo a  $75^\circ$  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 deben hacer correcciones.

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

2.2.3 Los ensayos se deben llevar 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  $30^\circ\text{C}$  ni inferior a  $2^\circ\text{C}$ , a 10 m (33 ft) sobre el terreno;
- d) Velocidad media del viento no superior a 5,1 m/s (10 kt) y de la componente transversal media no superior a 2,6 m/s (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

**Nota.**— Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento, para fines de homologación acústica.

- 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 la autoridad encargada de la homologación.

## 2.3 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA AVIONES

2.3.1 Los procedimientos de ensayo deben ser aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica, de la DINAC.

2.3.2 Los procedimientos de ensayo y mediciones de ruido para aviones se deben ejecutar y se deben tratar 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 deben determinar mediante un método independiente de los instrumentos normales de a bordo, por ejemplo, por seguimiento radar, triangulación con teodolito o fototelemetría, que ha de aprobar la DINAC.

2.3.4 Mediante señales de sincronización, se deben relacionar 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 debe registrar la posición del avión con respecto a la pista, desde un punto situado por lo menos a 7,4 km (4 NM) del umbral y por lo menos a 11 km (6 NM) 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 debe exceder 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 debe exceder de 1 EPNdB. Para determinar la variación del EPNL con la masa en los ensayos de despegue y aproximación se deben usar datos aprobados por la autoridad encargada 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 debe registrar 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 debe usar equipo de medición aprobado por la autoridad encargada de la homologación.

- 2.4.2** Los datos de posición y de performance se deben ajustar 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 deben ajustar 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 debe aplicar 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 debe aprobar 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 deben ser 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 se deben proporcionar 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 deben comprender las 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 debe ser aprobado por la autoridad encargada de la homologación.
- 3.1.3** Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido se deben obtener 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 debe contar con 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 debe describir 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 debe registrar 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 deben satisfacer las recomendaciones que figuran en la publicación núm. 179<sup>3</sup> 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. 179<sup>3</sup> titulada “Medidores de precisión del nivel sonoro” se incorporan a título de referencia en este apéndice y se hacen formar parte de él <sup>4</sup>.*

3.3.3 En 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<sup>3</sup>, de la CEI.

3.3.4 Si las limitaciones de la gama dinámica del equipo lo exigieran, se deben agregar preacentuación de altas frecuencias al canal de registro, y se debe introducir la desacentuación al reproducir la grabación. La preacentuación se debe aplicar de tal modo a 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 debe calibrar, tanto electrónicamente como acústicamente, de acuerdo con lo indicado en 3.4. La calibración acústica se debe efectuar 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 3 m/s (6 kt) se debe proteger el micrófono con una pantalla. Los datos de medición se deben corregir para compensar toda pérdida de inserción causada por la pantalla. Dicha pérdida se debe expresar en función de la frecuencia, y se deben notificar las correcciones que se apliquen.

### 3.4 EQUIPO DE ANÁLISIS

3.4.1 Se debe realizar 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. 2.255 de la CEI.

*Nota. — El texto y las especificaciones de la publicación CEI núm. 225<sup>5</sup> 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 <sup>6</sup>.*

- 3.4.2** Se debe usar un juego de 24 filtros consecutivos de tercio de octava o su equivalente. El primer filtro del juego se debe centrar en una frecuencia media geométrica de 50 Hz y el último se debe centrar en una frecuencia media geométrica de 10 kHz.
- 3.4.3** El dispositivo indicador del analizador debe ser analógico, digital o una combinación de ambos. La señal se debe tratar preferiblemente en el siguiente orden :
- 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 debe ser utilizable para un factor de cresta de 3, como mínimo, y debe medir el nivel de la media cuadrática verdadera 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 medias cuadráticas verdaderas, se debe calibrar para señales no sinusoidales y niveles variables en función del tiempo. La calibración debe proporcionar 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, deben satisfacer los dos siguientes requisitos:
- a) El valor máximo de salida debe ser 4 dB  $\pm 1$  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 debe exceder en  $0,5 \pm 0,5$  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 debe obtener un solo valor para el nivel de la media cuadrática para cada una de las 24 bandas de tercio de octava, cada  $0,5 \pm 0,01$  s. Los niveles correspondientes a todas estas bandas deben obtenerse dentro de un período de 50 ms. En cada período de 0,5 s no se deben excluir de la medición más de 5 ms de datos.
- 3.4.6** El analizador debe tener 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 debe corresponder al nivel de la señal de entrada con una precisión de  $\pm 1,0$  dB, después de que se hayan eliminado todos los errores sistemáticos. El total de estos errores para cada nivel de salida no debe ser mayor de  $\pm 3$  dB. En el caso de sistemas de filtro contiguos, la corrección de errores sistemáticos entre los canales de un tercio de octava adyacentes no debe exceder 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 debe ser 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 debe someter al sistema electrónico íntegro 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 deben ser conocidas y deben cubrir la gama de niveles de señal proporcionados por el micrófono. Si se usaran señales de banda ancha, se deben describir en función de sus valores medios cuadráticos medio y máximos correspondientes a un nivel de señal que no sea de sobrecarga.

### **3.5 PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN DEL RUIDO**

**3.5.1** Se deben orientar 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 deben colocar de tal manera 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 debe someter el sistema, en el lugar de su utilización, a una calibración acústica, la que se debe registrar. 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 debe suplementar 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.

**3.5.4** Se debe registrar y determinar 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 deben aplicar 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, debe ser 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 debe ser 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 deben medir tres propiedades físicas básicas de la presión acústica: el nivel, la distribución de frecuencias y la variación en función del tiempo. Más concretamente, se requiere 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, debe constar 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  $n_{oy}^7$  en ruidosidad percibida. Primero se combinan los valores  $n_{oy}$  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 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 deben calcular a partir de los niveles instantáneos de presión acústica de banda de tercio de octava,  $SPL(i,k)$ , de la siguiente manera:

**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  $n_{oy}$  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:

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

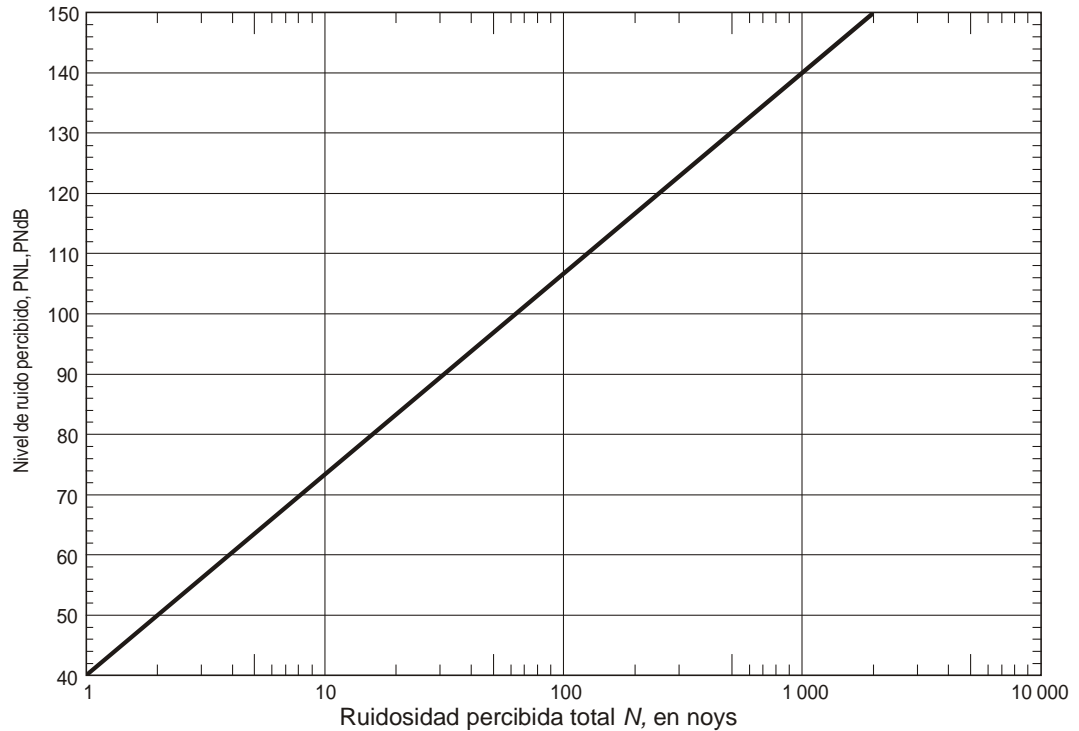
$$= 0,85 n(k) + 0,15 \sum_{i=1}^{24} n(i, k)$$

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  $PNL(k)$ .



**FIGURA A1-1. NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO EN FUNCIÓN DE LA RUIDOSIDAD PERCIBIDA TOTAL**

**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	10000							
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	1.52	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	1.74	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	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	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	2.30	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	2.46	3.23	3.71	4.26	4.56	4.56	3.97	3.23	2.63					
52										1.08	1.36	1.58	1.80	2.03	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	2.83	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	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	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	3.48	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	3.73	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	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	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	1.61	2.08	2.51	2.93	3.26	3.57	4.00	4.00	4.00	4.59	6.01	6.90	7.92	8.49	8.49	7.92	6.90	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	4.92	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	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	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	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	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	6.96	8.49	9.74	11.2	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	7.46	9.74	11.2	13.8	13.8	12.8	12.0	10.4	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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											

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	24.3	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	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	29.7	31.8	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	39.4	51.0	58.6	67.2	72.0	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	29.7	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	34.4											
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	72.0	58.6	47.6	38.7											
94	18.4	19.7	22.6	26.0	27.9	29.7	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	77.2	62.7	51.0	41.5											
95	19.7	21.1	24.3	27.9	29.7	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	44.4											
96	21.1	22.6	26.0	29.7	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	47.6											
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	51.0											
98	24.3	26.0	29.7	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	51.0											
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	62.7											
100	27.9	29.7	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	62.7											
101	29.7	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	67.2											
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	125	109	88.6	72.0										
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	77.2											
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	88.6	72.0										
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	88.6	72.0										
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	94.9	77.2										
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	109	88.6	72.0									
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	88.6	72.0									
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	117	94.9	77.2									
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	125	109	88.6	72.0								
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	134	109	88.6	72.0								
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	144	117	94.9	77.2								
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	154	125	109	88.6	72.0							
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	165	134	109	88.6	72.0							
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	177	144	117	94.9	77.2							
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	189	154	125	109	88.6	72.0						
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	203	165	134	109	88.6	72.0						
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	217	177	144	117	94.9	77.2						
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	233	189	154	125	109	88.6	72.0					
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	249	203	165	134	109	88.6	72.0					
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	267	217	177	144	117	94.9	77.2					
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	286	233	189	154	125	109	88.6	72.0				
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	307	249	203	165	134	109	88.6	72.0				
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	329	267	217	177	144	117	94.9	77.2				
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	352	286	233	189	154	125	109	88.6	72.0			
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	377	307	249	203	165	134	109	88.6	72.0			
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	404	329	267	217	177	144	117	94.9	77.2			
128	194	208	239	274	294	315	362	388	416	446	446	446	446	446	512	655	752	863	925	925	863	806	655	533	433	352	286	233	189	154	125	109	88.6	72.0		
129	208	223	256	294	315	338	388	416	446	478	478	478	478	478	549	702	806	925	991	991	925	863	702	571	464	377	307	249	203	165	134	109	88.6	72.0		
130	223	239	274	315	338	362	416	446	478	512	512	512	512	512	588	752	863	991	1062	1062	991	925	752	611	497	404	329	267	217	177	144	117	94.9	77.2		
131	239	256	294	338	362	388	446	478	512	549	549	549	549	549	630	806	925	1062	1137	1137	1062	991	806	655	533	433	352	286	233	189	154	125	109	88.6	72.0	
132	256	274	315	362	388	416	478	512	549	588	588	588	588	588	676	863	991	1137	1219	1219	1137	1062	863	702	571	464	377	307	249	203	165	134	109	88.6	72.0	
133	274	294	338	388	416	446	512	549	588	630	630	630	630	630	724	925	1062	1219	1306	1306	1219	1137	925	752	611	497	404	329	267	217	177	144	117	94.9	77.2	
134	294	315	362	416	446	478	549	588	630	676	676	676	676	676	776	991	1137	1306	1399	1399	1306	1219	991	806	655	533	433	352	286	233	189	154	125	109	88.6	72.0
135	315	338	388	446	478	512	588	630	676	724	724	724	724	724	832	1062	1219	1399	1499	1499	1399	1306	1062	863	702	571	464	377	307	249	203	165	134	109	88.6	72.0
136	338	362	416	478	512	549	630	676	724	776	776	776	776	776	891	1137	1306	1499																		

#### 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 deben ajustar 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:

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

**OPERACIÓN 2.** Enciérrese 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  $\text{SPL}(i,k)$ ;
- 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  $\text{SPL}[(i-1),k]$ ; y
- 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  $\text{SPL}(i,k)$  que se hubiesen rodeado de círculos en la operación 3, y calcúlense nuevos niveles ajustados de presión acústica  $\text{SPL}'(i,k)$  como sigue:

- a) Respecto a los niveles de presión acústica no encerrados en círculos, iguálense los nuevos niveles a los niveles originales:  $\text{SPL}'(i,k) = \text{SPL}(i,k)$ ;
- b) Por lo que toca a los niveles de presión acústica encerrados en círculos correspondientes a las bandas 1 a 23 inclusive, iguálense el nuevo nivel de presión acústica a la media aritmética de los niveles precedentes y subsiguiente:

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



c) 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:

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

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

$$S'(3,K) = S'(4,K)$$

$$S'(4,K) = SPL'(4,K) - SPL'(3,K)$$

•

•

•

$$S'(l,K) = SPL'(l,K) - SPL'[(l-1),K]$$

•

•

•

$$S'(24,K) = SPL'(24,K) - SPL'(23,K)$$

$$S'(25,K) = S'(24,K)$$

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

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

**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:

$$SPL''(3,k) = SPL(3,k) \bar{s}$$

$$SPL''(4,k) = SPL''(3,k) + \bar{s}(3,k)$$

•

•

•

$$SPL''(l,k) = SPL''[(l-1),k] + \bar{s}[(l-1),k]$$

•

•

•

$$SPL''(24,k) = SPL''(23,k) + \bar{s}(23,k)$$

**OPERACIÓN 8.** Calcúlense las diferencias  $F(i,k)$  entre el nivel de presión acústica original y el nivel final de presión acústica de 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, determínense los factores de corrección por tono para cada una de las bandas (3 a 24) de tercio de octava pertinentes.

**OPERACIÓN 10.** Desígnese 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 deben determinar sumando los valores  $C(k)$  a los correspondientes valores  $PNLT(k)$ , 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 aviones, se debe hacer 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 debe determinar 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 debe usar 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, debe ser el valor máximo calculado del nivel de ruido percibido corregido por tono  $PNLT(k)$ . Se debe calcular de acuerdo con el procedimiento de 4.3. Para obtener una evolución del ruido en función del tiempo que resulte satisfactoria, se debe hacer 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 debe prescindir del procedimiento de 4.3, ya que  $PNLT(k)$  debe ser idénticamente igual a  $PNL(k)$ . En tal caso, PNLTM es el valor máximo de  $PNL(k)$  e igual a 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 normalizadora, PNLTM es el valor máximo de PNLT.

**4.5.1.1** Si PNLTM es mayor que 100 TPNdB,  $t(1)$  debe ser 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  $PNLTM - 10$ .

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

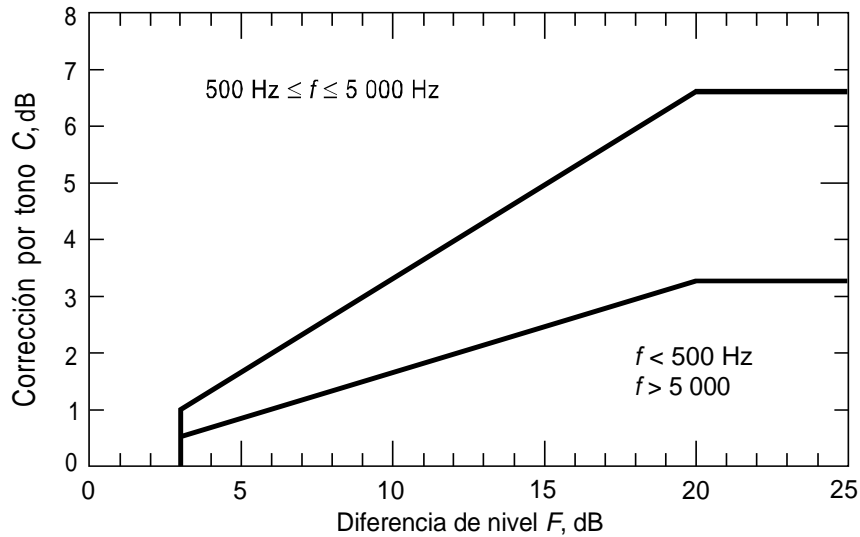
**4.5.1.3** Si PNLTM es menor que 90 TPNdB, la corrección por duración se debe considerar igual a 0.

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

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

donde  $\Delta t$  es la duración de los incrementos iguales de tiempo para los cuales se calcula  $PNLT(k)$ , y  $d$  es el intervalo redondeado al segundo 1,0 más próximo durante el cual  $PNLT(k)$  permanece superior o igual, bien sea a  $PNLTM - 10$  o a 90, de acuerdo con los casos especificados en 4.5.1.1 a 4.5.1.3.

**TABLA A1-2. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TONO**



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

\* Véase la operación 8 de 4.3.

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

- a) Intervalos  $\Delta t$  de medio segundo; o
- b) Un intervalo más corto, con límites y constantes aprobados.

**4.5.4** Al calcular  $D$ , se usar los siguientes valores para  $T$  y  $\Delta t$  según el procedimiento indicado en 4.5.2:

$$T = 10 \text{ s, y } \dots\dots\dots$$

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

Con dichos valores, la ecuación de  $D$  resulta ser

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

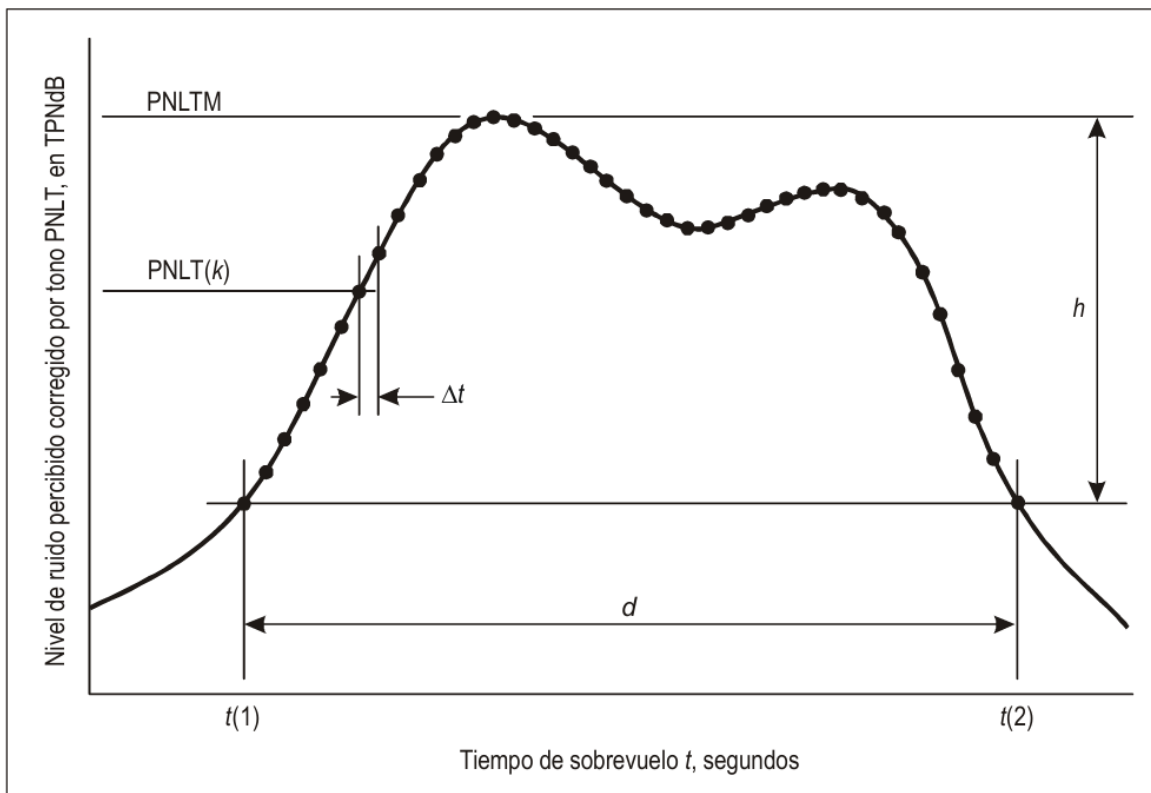
donde el entero  $d$  es la duración definida por los puntos correspondientes a los valores PNLTM – 10 ó 90 según el caso.

**TABLA A1-3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE CORRECCIÓN POR TONO PARA UN TURBORREACTOR CON SOPLANTE**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Banda (i)	f Hz	SPL dB	S		SPL'		S'	S	SPL''	F	C
			dB Operación 1	dB Operación 2	dB Operación 4	dB Operación 5	dB Operación 6	dB Operación 7	dB Operación 8	dB Operación 9	
1	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	80	70	—	—	70	-8	-2½	70	—	—	—
4	100	62	-8	—	62	-8	+3½	67½	—	—	—
5	125	70	+8	16	71	+9	+6½	71	—	—	—
6	160	80	+10	2	80	+9	+2½	77½	—	—	—
7	200	82	+2	8	82	+2	-1½	80½	—	—	—
8	250	83	+1	1	79	-3	-1½	79	4	0,61	—
9	315	76	-7	8	76	-3	+½	77½	—	—	—
10	400	80	+4	11	78	+2	+1	78	—	0,17	—
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	-½	79	—	—	—
14	1 000	80	+2	3	80	+2	-¾	78½	—	—	—
15	1 250	78	-2	4	78	-2	-½	78	—	—	—
16	1 600	76	-2	0	76	-2	+½	77½	—	—	—
17	2 000	79	+3	5	79	+3	+1	78	—	—	—
18	2 500	85	+6	3	79	0	-½	79	6	2	—
19	3 150	79	-6	12	79	0	-2½	78½	—	—	—
20	4 000	78	-1	5	78	-1	-6½	76	—	—	—
21	5 000	71	-7	6	71	-7	-8	69½	—	—	—
22	6 300	60	-11	4	60	-11	-8½	61½	—	—	—
23	8 000	54	-6	5	54	-6	-8	53	—	—	—
24	10 000	45	-9	3	45	-9	—	45	—	—	—
-9											

Operación 1	$\textcircled{3}(i) - \textcircled{3}(i-1)$
Operación 2	$ \textcircled{4}(i) - \textcircled{4}(i-1) $
Operación 3	Véanse las instrucciones
Operación 4	Véanse las instrucciones
Operación 5	$\textcircled{6}(i) - \textcircled{6}(i-1)$

Operación 6	$[\textcircled{7}(i) + \textcircled{7}(i+1) + \textcircled{7}(i+2)] \div 3$
Operación 7	$\textcircled{9}(i-1) + \textcircled{8}(i-1)$
Operación 8	$(i\textcircled{3})(i) - \textcircled{9}(i)$
Operación 9	Véase la Tabla A1-2



**FIGURA A1-2. EJEMPLO DEL NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE SOBREVUELO DE LA AERONAVE**

**4.5.5** Si en los procedimientos dados en 4.5.2, los límites de PNLTM – 10 ó 90 se encuentran entre los valores PNL T(k) calculados (que es el caso corriente), los valores de PNL T(k) que definan los límites del intervalo de duración se deben elegir de entre los valores de PNL T(k) más próximos a 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, debe ser 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. Si la corrección por duración D es negativa y excede en valor absoluto de PNLTM – 90, D se tomará igual a 90 – PNLTM.

## **5. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LA AUTORIDAD ENCARGADA DE LA HOMOLOGACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS**

### **5.1 GENERALIDADES**

Los datos que representan mediciones físicas o correcciones de datos medidos se deben registrar de manera permanente y se anexarán al expediente, si bien no hace falta notificar correcciones que se refieran a desviaciones normales en la actuación del equipo. Todas las demás correcciones deben ser aprobadas. Se debe intentar 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 deben presentar 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 debe notificar 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 deben notificar 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 deben notificar comentarios sobre la topografía local, la vegetación y fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

**5.2.5** Se debe dar 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 del 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 fototeleetría que deben de ser aprobadas por la autoridad encargada de la homologación.

**5.2.6** La velocidad y posición del avión, así como los parámetros de performance de los motores, se deben registrar con arreglo a un ritmo de muestreo aprobado, que debe 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 debe notificar 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 deben ajustar a las siguientes condiciones de referencia para la homologación:

a) Condiciones meteorológicas:

- 1) Presión atmosférica al nivel del mar, de 1013,25 hPa;
- 2) Temperatura ambiente 25°C, o sea ISA + 10°C, excepto que, a discreción de la autoridad encargada de la homologación, puede usarse como temperatura ambiente de referencia 15°C, o sea ISA;
- 3) Humedad relativa, 70%; y
- 4) Sin viento;

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 deben ajustar a las condiciones de referencia indicadas en 5.3. Las condiciones meteorológicas medidas deben ser 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)], se debe 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 debe corregir 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 debe llevar 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 debe 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 deben aceptar 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 deben efectuar 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 deben deducir 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 deben promediar 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 debe ser 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 debe omitir ningún resultado de ensayo, a menos que lo especifique de otro modo la autoridad encargada de la homologación.
- 5.5.3** Se deben notificar los valores medios de EPNL y sus límites de confianza del 90%, obtenidos mediante el proceso precedente y se usar 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.

Símbolo	Unidad	Significado
<i>antilog</i>	—	<b>ANTILOGARITMO DE BASE 10.</b>
$C(k)$	dB	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN POR TONO.</b> 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	<b>DURACIÓN.</b> 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	<b>CORRECCIÓN POR DURACIÓN.</b> El factor que ha de sumarse al PNLTM para tener en cuenta la duración del ruido.
EPNL	EPNdB	<b>NIVEL EFECTIVO DE RUIDO PERCIBIDO.</b> 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	<b>FRECUENCIA.</b> La frecuencia media geométrica de la banda de tercio de octava de orden $i$ .
$F(i,k)$	dB	<b>DELTA-DB.</b> 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	<b>DB SUSTRACTIVO.</b> El nivel que al restarse del PNLTM define la duración del ruido.
$H$	%	<b>HUMEDAD RELATIVA.</b> La humedad atmosférica relativa ambiente.
$i$	—	<b>ÍNDICE DE BANDA DE FRECUENCIA.</b> Indicador numérico que denota una cualquiera de las 24 bandas de tercio de octava, con frecuencias medias geométricas desde 50 hasta 10 000 Hz.
$k$	—	<b>ÍNDICE DE INCREMENTO DE TIEMPO.</b> Indicador numérico que denota el número de incrementos iguales de tiempo, que han transcurrido desde la referencia cero.
log	—	<b>LOGARITMO DE BASE 10.</b>
$M(b), M(c),$ etc.		<b>COORDENADA DE DISCONTINUIDAD DE NOY.</b> El valor de log $n$ del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de log $n$ .
$n$	noy	<b>PENDIENTE INVERSA DE NOY.</b> Los valores inversos de las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de log $n$ .
$n(i,k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA.</b> La ruidosidad percibida en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.

$n(k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA.</b> La ruidosidad percibida en el instante de orden $k$ , que ocurre en la banda de tercio de octava de orden $i$ .
$N(k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA MÁXIMA.</b> El valor máximo de todos los 24 valores de $n(i)$ que ocurren en el instante de orden $k$ .
$p(b)$ , $p(c)$ , etc	—	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA TOTAL.</b> La ruidosidad percibida total en el instante de orden $k$ , calculada de los 24 valores instantáneos de $n(i,k)$ .
PNL	PNdB	<b>PENDIENTE DE NOY.</b> Las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
PNL( $k$ )	PNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO.</b> El nivel de ruido percibido en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB).
PNLM	PNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO.</b> 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).
EPNL	EPNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO.</b> El valor de PNL ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en un instante cualquiera. (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB).
$f(i)$	Hz	<b>FRECUENCIA.</b> La frecuencia media geométrica de la banda de tercio de octava de orden $i$ .
$F(i,k)$	dB	<b>DELTA-dB.</b> 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	<b>dB SUSTRACTIVO.</b> El nivel que al restarse del PNLTM define la duración del ruido.
dB	%	<b>HUMEDAD RELATIVA.</b> La humedad atmosférica relativa ambiente.
$i$	—	<b>ÍNDICE DE BANDA DE FRECUENCIA.</b> Indicador numérico que denota una cualquiera de las 24 bandas de tercio de octava, con frecuencias medias geométricas desde 50 hasta 10 000 Hz.
$k$	—	<b>ÍNDICE DE INCREMENTO DE TIEMPO.</b> Indicador numérico que denota el número de incrementos iguales de tiempo, que han transcurrido desde la referencia cero.
$\log$	—	<b>LOGARITMO DE BASE 10.</b>
$\log n(a)$	—	<b>COORDENADA DE DISCONTINUIDAD DE NOY.</b> 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.	—	<b>PENDIENTE INVERSA DE NOY.</b> Los valores inversos de las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
$n$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA.</b> La ruidosidad percibida en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
$n(i,k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA.</b> La ruidosidad percibida en el instante de orden $k$ , que ocurre en la banda de tercio de octava de orden $i$ .
$n(k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA MÁXIMA.</b> El valor máximo de todos los 24 valores

de  $n(i)$  que ocurren en el instante de orden  $k$ .

$N(k)$	noy	<b>RUIDOSIDAD PERCIBIDA TOTAL.</b> 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.	—	<b>PENDIENTE DE NOY.</b> Las pendientes de rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
PNL	PNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO.</b> El nivel de ruido percibido en un instante cualquiera. (Se usa la unidad PNdB en vez de la unidad dB).
PNL(k)	PNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO.</b> 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).
PNLT	TPNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO.</b> El valor de PNL ajustado para tener en cuenta las irregularidades espectrales que ocurran en un instante cualquiera. (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB).
PNLT(k)	TPNdB	<b>NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO.</b> 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	<b>NIVEL MÁXIMO DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO.</b> El valor máximo de PNLT( $k$ ). (Se usa la unidad TPNdB en vez de la unidad dB).
$s(i,k)$	dB	<b>PENDIENTE DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b> 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 $k$ .
$\square s(i,k)$	dB	<b>CAMBIO DE PENDIENTE DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b>
$s'(i,k)$	dB	<b>PENDIENTE CORREGIDA DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b> 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 $k$ .
$s(i,k)$	dB	<b>PENDIENTE MEDIA DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b>
SPL	dB ref. 20 $\mu Pa$	<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b> El nivel de presión acústica en un instante cualquiera, que ocurre en una gama de frecuencias especificada.
SPL(a)	dB ref. 20 $\mu Pa$	<b>COORDENADA DE DISCONTINUIDAD DE NOY.</b> El valor SPL del punto de intersección de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
SPL(b)	dB ref. 20 $\mu Pa$	<b>ORDENADAS DE NOY EN EL ORIGEN.</b> Las intersecciones con el eje SPL de las rectas que representan la variación de SPL en función de $\log n$ .
SPL(c)	dB ref. 20 $\mu Pa$	<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b> 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 $\mu Pa$	<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA AJUSTADO.</b> 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 $\mu Pa$	<b>NIVEL MÁXIMO DE PRESIÓN ACÚSTICA.</b> 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 $\mu Pa$	<b>NIVEL MÁXIMO DE PRESIÓN ACÚSTICA CORREGIDO.</b> 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 $\mu Pa$	<b>NIVEL FINAL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE FONDO.</b> 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	<b>TIEMPO TRANSCURRIDO.</b> La longitud de tiempo medida a partir de la referencia cero.
$t1, t2$	s	<b>LÍMITE DE TIEMPO.</b> El comienzo y el final del historial del ruido significativo, definido por $h$ .

$\Delta t$	s	<b>INCREMENTO DE TIEMPO.</b> La serie de incrementos de tiempo de igual magnitud, para los cuales se calcula PNL( $k$ ) y PNL( $k$ ).
$T$	s	<b>CONSTANTE DE TIEMPO PARA NORMALIZACIÓN.</b> 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	<b>ABSORCIÓN ATMOSFÉRICA DE ENSAYO.</b> 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	<b>ABSORCIÓN ATMOSFÉRICA DE REFERENCIA.</b> 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
$\beta$	grados	<b>ÁNGULO DEL PRIMER ASCENSO CONSTANTE*.</b>
$\gamma$	grados	<b>ÁNGULO DEL SEGUNDO ASCENSO CONSTANTE**.</b>
$\delta$	grados	<b>ÁNGULOS DE REDUCCIÓN DE EMPUJE.</b> 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.
$\epsilon$	grados	
$\eta$	grados	<b>ÁNGULO DE APROXIMACIÓN.</b>
$\eta_r$		<b>ÁNGULO DE APROXIMACIÓN DE REFERENCIA.</b>
$\theta$	grados	<b>ÁNGULO DEL RUIDO DE DESPEGUE.</b> 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.
$\lambda$	grados	<b>ÁNGULO DEL RUIDO DE APROXIMACIÓN.</b> 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.
$\Delta_1$	EPNdB	<b>CORRECCIÓN PNL.</b> 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.
$\Delta_2$	EPNdB	<b>CORRECCIÓN POR DURACIÓN DE LA TRAYECTORIA DEL RUIDO.</b> 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.
$\Delta_3$	EPNdB	<b>CORRECCIÓN POR DIFERENCIA DE MASA.</b> 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.
$\Delta_4$	EPNdB	<b>CORRECCIÓN POR ÁNGULO DE APROXIMACIÓN.</b> 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.
$\Delta AB$	metros	<b>CAMBIO EN EL PERFIL DE DESPEGUE.</b> 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.
$D_b$	grados	
$D_g$	grados	
$D_d$		
$D_e$		

**6.2 PUNTOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL DE VUELO**

<i>Punto</i>	<i>Descripción</i>
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.
E <sub>c</sub>	Comienzo del segundo ascenso constante en trayectoria de vuelo corregida.
F	Final de la trayectoria de despegue para la homologación.
F <sub>c</sub>	Final de la trayectoria de despegue corregida para la homologación.
G	Comienzo de la trayectoria de aproximación para la homologación.
G <sub>r</sub>	Comienzo de la trayectoria de aproximación de referencia para la homologación.
H	Punto de la trayectoria de aproximación en la vertical de la estación de medición del ruido.
H <sub>r</sub>	Punto de la trayectoria de aproximación de referencia en la vertical de la estación de medición del ruido.
I	Comienzo del enderezamiento.
I <sub>r</sub>	Comienzo del enderezamiento en la trayectoria de aproximación de referencia.
J	Punto de toma de contacto.
K	Punto de medición del ruido de sobrevuelo.
L	Puntos de medición del ruido lateral (no situados sobre la derrota).
M	Final de la derrota de despegue para la homologación.
N	Punto de medición del ruido de aproximación.
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 9.2).
Q <sub>c</sub>	Punto, sobre la trayectoria de despegue corregida, correspondiente al PNLTM en la estación K. (Véase 9.2).
R	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, más próximo a la estación K.
R <sub>c</sub>	Punto, sobre la trayectoria de despegue corregida, más próximo a la estación K.
S	Punto, sobre la trayectoria de aproximación medida, correspondiente al PNLTM en la estación N.
S <sub>r</sub>	Punto, sobre la trayectoria de aproximación de referencia, correspondiente al PNLTM en la estación N.
T	Punto, sobre la trayectoria de aproximación medida, más próximo a la estación N.
T <sub>r</sub>	Punto, sobre la trayectoria de aproximación de referencia, más próximo a la estación N.
X	Punto, sobre la trayectoria de despegue medida, correspondiente al PNLTM en la estación L.

### 6.3 DISTANCIAS DEL PERFIL DE VUELO

<i>Distancia</i>	<i>Unidad</i>	<i>Significado</i>
AB	metros	<b>LONGITUD DEL RECORRIDO DE DESPEGUE.</b> 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	<b>DISTANCIA DE MEDICIÓN DE DESPEGUE.</b> 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	<b>DISTANCIA DE LA DERROTA DE DESPEGUE.</b> 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	<b>TRAYECTORIA DEL RUIDO DE DESPEGUE MEDIDA.</b> La distancia desde la estación K hasta la posición Q, medida, del avión.

KQ <sub>c</sub>	metros	<b>TRAYECTORIA DEL RUIDO DE DESPEGUE CORREGIDA.</b> La distancia desde la estación K hasta la posición Q <sub>c</sub> , corregida, del avión.
KR	metros	<b>DISTANCIA MÍNIMA A LA TRAYECTORIA DE DESPEGUE MEDIDA.</b> La distancia desde la estación K al punto R, sobre la trayectoria de vuelo medida.
KR <sub>c</sub>	metros	<b>DISTANCIA MÍNIMA A LA TRAYECTORIA DE DESPEGUE CORREGIDA.</b> La distancia desde la estación K hasta el punto R <sub>c</sub> , sobre la trayectoria de vuelo corregida.
LX	metros	<b>TRAYECTORIA MEDIDA DEL RUIDO DE LÍNEA LATERAL.</b> La distancia desde la estación L hasta la posición X, medida, del avión.
NH	metros(pies)	<b>ALTURA DE APROXIMACIÓN DEL AVIÓN.</b> La altura del avión sobre la estación de medición de aproximación.
NHr	metros (pies)	<b>ALTURA DE REFERENCIA EN LA APROXIMACIÓN.</b> La altura de la trayectoria de aproximación de referencia sobre la estación de medición de aproximación.
NS	metros	<b>TRAYECTORIA MEDIDA DEL RUIDO DE APROXIMACIÓN.</b> La distancia desde la estación N a la posición S, medida, del avión.
NS <sub>r</sub>	metros	<b>TRAYECTORIA DE REFERENCIA DEL RUIDO DE APROXIMACIÓN.</b> La distancia desde la estación N a la posición S <sub>r</sub> de referencia del avión.
NT	metros	<b>DISTANCIA MÍNIMA A LA TRAYECTORIA DE APROXIMACIÓN MEDIDA.</b> La distancia desde la estación N al punto T, sobre la trayectoria de vuelo medida.
NT <sub>r</sub>	metros	<b>DISTANCIA MÍNIMA A LA TRAYECTORIA DE APROXIMACIÓN DE REFERENCIA.</b> La distancia desde la estación N al punto T <sub>r</sub> sobre la trayectoria de vuelo corregida.
ON	metros	<b>DISTANCIA DE MEDICIÓN DE APROXIMACIÓN.</b> 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	<b>DISTANCIA DE LA DERROTA DE APROXIMACIÓN.</b> 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:

- a) las pendientes de las rectas,  $p(b)$  y  $p(c)$ ;
- b) las intersecciones de las rectas con el eje SPL,  $SPL(b)$  y  $SPL(c)$ ; y
- c) 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):  $\leq 400$  Hz  $\leq f \leq 6\ 300$  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

$$f > 6\,300 \text{ Hz}$$

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

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

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

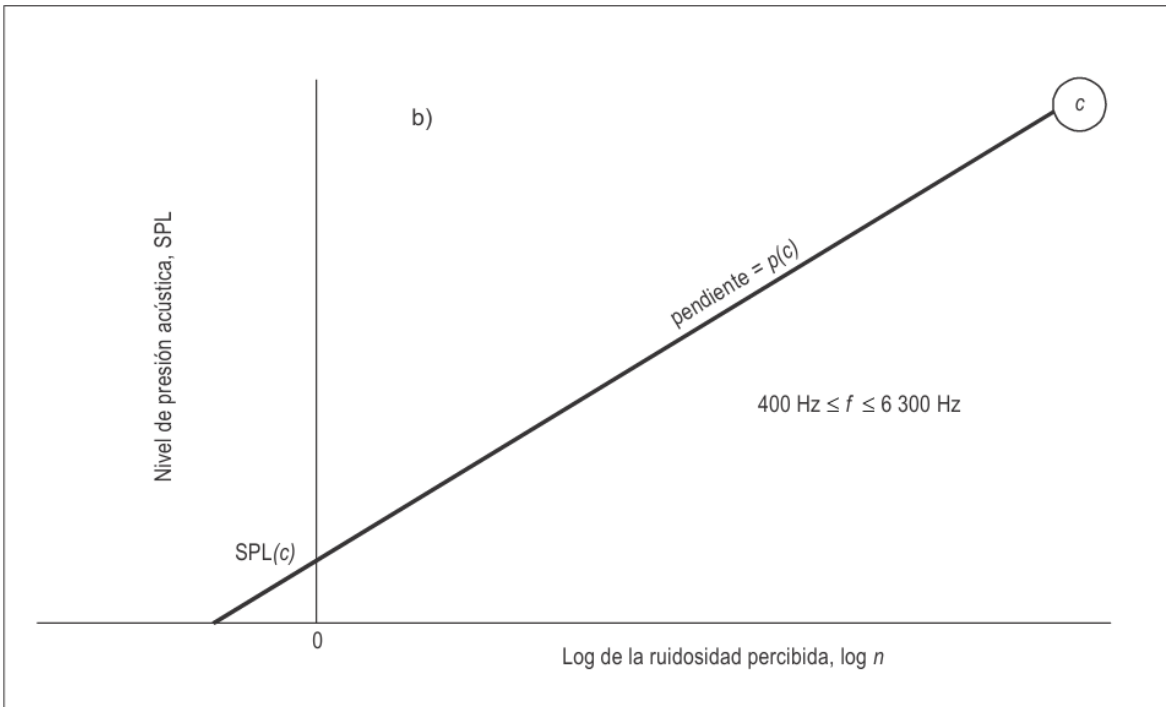
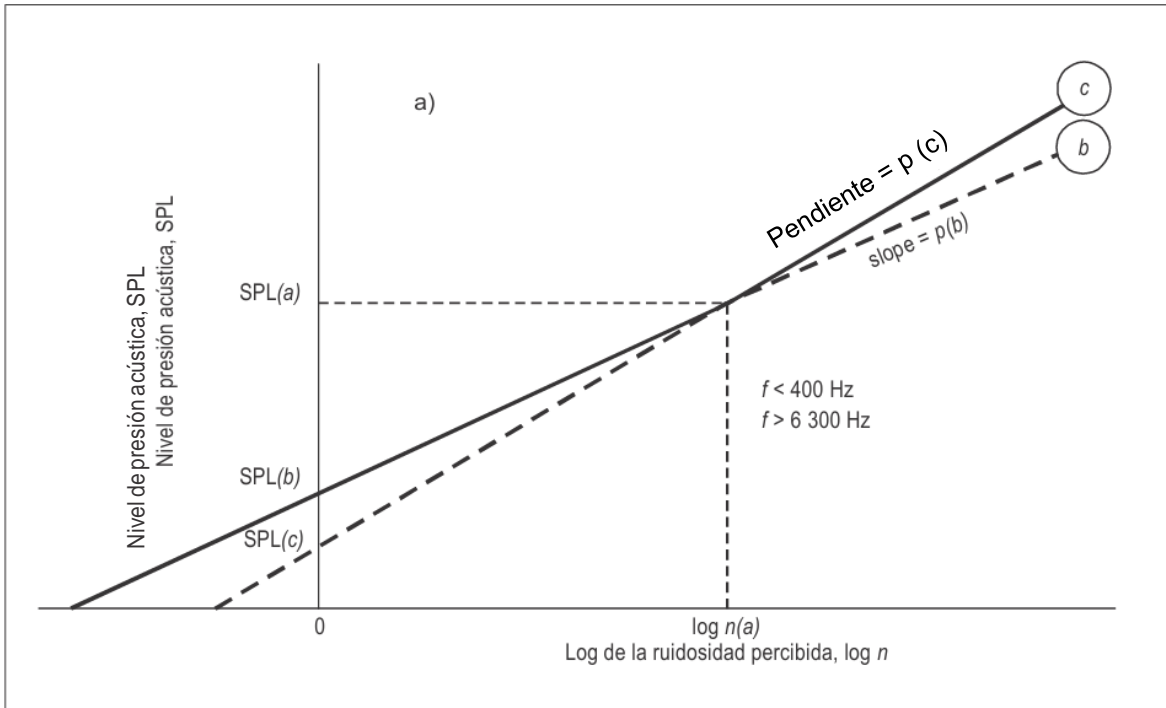
$$SPL = \frac{\log n}{M(c)} + SPL(c)$$

Caso 2: Figura 1-3 b):  $400 \leq f \leq 6\,300$  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.



**FIGURA A1-3. NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA EN FUNCIÓN DE LA RUIDOSIDAD PERCIBIDA**

**TABLA A1-4. CONSTANTES PARA LOS VALORES NOY FORMULADOS MATEMÁTICAMENTE**

Band a (i)	f Hz	M(b)	SPL(b) dB	SPL(a) dB	M(c)	SPL(c) dB	
1	50	0,04347 8	64	91,0	0,030103	52	
2	63	0,04057 0	60	85,9	↑	51	
3	80	0,03683 1	56	87,3		49	
4	100	"	53	79,9		47	
5	125	0,03533 6	51	79,8		46	
6	160	0,03333 3	48	76,0		45	
7	200	"	46	74,0		43	
8	250	0,03205 1	44	74,9		42	
9	315	0,03067 5	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	0,04228 5	37	44,3	↓	34	
24	10 000	0,04228 5	41	50,7		0,029960	37

**NO ES APLICABLE**

**8. ATENUACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE**

- 8.1** La atenuación atmosférica del sonido se debe determinar 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:

$$\alpha(i) = 10^{[2,05 \log(f_o/1000) + 1,1394 \times 10^{-3} \theta - 1,916984]} + \eta(\delta) \times 10^{[\log(f_o) + 8,42994 \times 10^{-3} \theta - 2,755624]}$$

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

en la que:

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

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

$\theta$  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.

$\delta$	$\eta$	$\delta$	$\eta$	Frecuencia central de la banda de un tercio de octava	$f_o$ (Hz)	Frecuencia central de la banda de un tercio de octava	$f_o$ (Hz)
0,00	0,000	2,30	0,495	50	50	800	800
0,25	0,315	2,50	0,450	63	63	1 000	1 000
0,50	0,700	2,80	0,400	80	80	1 250	1 250
0,60	0,840	3,00	0,370	100	100	1 600	1 600
0,70	0,930	3,30	0,330	125	125	2 000	2 000
0,80	0,975	3,60	0,300	160	160	2 500	2 500
0,90	0,996	4,15	0,260	200	200	3 150	3 150
1,00	1,000	4,45	0,245	250	250	4 000	4 000
1,10	0,970	4,80	0,230	315	315	5 000	4 500
1,20	0,900	5,25	0,220	400	400	6 300	5 600
1,30	0,840	5,70	0,210	500	500	8 000	7 100
1,50	0,750	6,05	0,205	630	630	10 000	9 000
1,70	0,670	6,50	0,200				
2,00	0,570	7,00	0,200				
		10,00	0,200				

**TABLA A1-7. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO EN DB/100 M**

Frecuencia central de banda	Humedad relativa = 10%										
	Temperatura en °C										
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 SONIDO 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
63	0,1	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	0,1	0,1	0,1
100	0,1	0,1	0,1	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	0,1	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
200	0,3	0,2	0,2	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	0,2	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
400	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	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	0,4
630	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	0,5	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	0,6	0,6
1 000	0,9	1,4	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
1 250	0,9	1,6	2,2	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	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	1,3
2 000	1,2	2,0	3,2	3,9	3,6	3,0	2,5	2,0	1,7	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
3 150	1,5	2,5	4,2	6,0	6,8	5,8	4,9	4,0	3,3	2,8	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
5 000	1,9	3,1	5,1	7,9	9,8	9,7	8,4	7,0	5,9	4,8	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
8 000	2,7	4,1	6,5	10,4	14,8	17,4	16,2	14,1	12,0	10,0	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
12 500	4,1	5,9	8,8	13,4	20,5	27,1	30,6	27,5	24,2	20,6	17,4

**TABLA A1-9. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	0,1	0,2	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	0,7	0,7	0,8
1 250	1,5	2,0	1,9	1,6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,7	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	1,1	1,1	1,3
2 000	1,9	3,0	3,6	3,1	2,5	2,0	1,6	1,4	1,3	1,4	1,4	1,6
2 500	2,1	3,5	4,4	4,2	3,5	2,8	2,2	1,9	1,7	1,8	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	3,1	3,1	3,3
5 000	2,8	4,8	7,4	9,0	8,2	6,9	5,7	4,6	3,9	3,6	3,6	3,7
6 300	3,2	5,3	8,6	11,1	11,3	9,6	8,0	6,6	5,4	4,8	4,8	4,7
8 000	3,8	6,1	9,9	13,9	15,6	13,6	11,5	9,5	7,9	6,8	6,8	6,4
10 000	4,5	7,1	11,4	16,9	20,3	19,1	16,6	13,9	11,6	9,7	9,7	8,8
12 500	5,5	8,3	13,0	20,0	25,3	26,6	23,0	19,6	16,4	13,8	13,8	12,1

**TABLA A1-10. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	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	0,1	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	0,1	0,0	0,0	0,1	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	0,2	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	0,2	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	0,2	0,1	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	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	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	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	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	0,7	0,8
1 250	1,8	1,9	1,5	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	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	1,1	1,3
2 000	2,5	3,2	2,9	2,4	1,9	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6
2 500	2,8	4,0	4,1	3,3	2,6	2,1	1,7	1,6	1,7	1,8	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	2,3	2,5
4 000	3,6	5,9	7,2	6,5	5,4	4,3	3,5	3,0	2,8	3,0	3,0	3,3
5 000	3,8	6,3	8,1	7,7	6,5	5,2	4,2	3,5	3,3	3,4	3,4	3,7
6 300	4,3	7,2	10,0	10,7	9,0	7,3	6,0	4,9	4,4	4,3	4,3	4,7
8 000	5,0	8,3	12,3	14,4	12,6	10,6	8,7	7,1	6,1	5,8	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	8,1
12 500	6,9	10,9	17,2	22,9	24,7	21,2	17,8	14,9	12,4	10,9	10,9	10,6

**TABLA A1-11. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	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	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	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	0,2	0,1	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	0,2
400	0,4	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	0,4	0,3	0,2	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	0,4	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	0,6
1 000	1,4	1,1	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
1 250	1,8	1,6	1,2	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	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	1,1	1,3
2 000	2,8	3,1	2,4	1,9	1,5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6
2 500	3,4	4,0	3,4	2,7	2,1	1,6	1,5	1,5	1,7	1,8	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	2,3	2,5
4 000	4,6	6,4	6,7	5,5	4,4	3,4	2,8	2,6	2,7	3,0	3,0	3,3
5 000	4,9	7,2	7,9	6,5	5,2	4,2	3,4	3,1	3,1	3,4	3,4	3,7
6 300	5,4	8,6	10,2	8,9	7,3	5,9	4,7	4,1	4,0	4,3	4,3	4,7
8 000	6,2	10,2	13,1	12,5	10,5	8,6	6,9	5,8	5,4	5,7	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	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	9,9	10,5

**TABLA A1-12. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	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	0,1	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	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	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	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	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	0,2
400	0,3	0,2	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	0,3	0,4
630	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	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	0,6
1 000	1,2	1,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
1 250	1,7	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	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	1,1	1,3
2 000	2,9	2,6	2,1	1,6	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6
2 500	3,6	3,6	2,9	2,2	1,7	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	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	2,3	2,5
4 000	5,3	6,6	5,7	4,6	3,6	2,8	2,5	2,5	2,7	3,0	3,0	3,3
5 000	5,8	7,4	6,8	5,5	4,3	3,4	2,9	2,9	3,1	3,4	3,4	3,7
6 300	6,6	9,2	9,3	7,7	6,1	4,9	4,0	3,8	4,0	4,3	4,3	4,7
8 000	7,6	11,4	13,0	10,9	8,9	7,2	5,8	5,2	5,2	5,7	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	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	9,6	10,5

**TABLA A1-13. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	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	0,1	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	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	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	0,1	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	0,2	0,3	0,3	0,3
500	0,4	0,3	0,2	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	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
800	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1 000	1,1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
1 250	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	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	0,8	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	1,3	1,4	1,6
2 500	3,7	3,2	2,5	1,9	1,5	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	2,0
3 150	4,6	4,4	3,5	2,7	2,1	1,8	1,8	1,9	2,1	2,1	2,3	2,5
4 000	5,7	6,3	5,1	4,0	3,1	2,5	2,3	2,5	2,7	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	3,1	3,4	3,7
6 300	7,5	9,3	8,2	6,6	5,2	4,2	3,6	3,6	4,0	4,0	4,3	4,7
8 000	8,8	11,8	11,6	9,5	7,6	6,1	5,1	4,9	5,2	5,2	5,7	6,2
10 000	10,2	14,8	16,4	13,7	11,1	9,0	7,4	6,8	6,8	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	9,0	9,6	10,5

**TABLA A1-14. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	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	0,1	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	0,2	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	0,2	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	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	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	0,3	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	0,7	0,8
1 250	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	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	1,1	1,3
2 000	2,6	2,0	1,5	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	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	1,7	1,8	2,0
3 150	4,7	4,0	3,1	2,4	1,9	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	2,3	2,5
4 000	5,9	5,6	4,5	3,4	2,7	2,3	2,3	2,5	2,7	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	3,1	3,4	3,7
6 300	8,1	9,1	7,4	5,9	4,6	3,7	3,4	3,6	4,0	4,0	4,3	4,7
8 000	9,8	12,0	10,4	8,4	6,7	5,4	4,8	4,8	5,2	5,2	5,7	6,2
10 000	11,5	15,3	14,8	12,2	9,8	7,8	6,7	6,4	6,8	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	8,9	9,6	10,5

**TABLA A1-15. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL SONIDO 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	0,1	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 SONIDO 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
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	0,1	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	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	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	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	1,6	1,2	0,8	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	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,0	2,3	1,7	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,2	3,3	2,5	1,9	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,9	4,7	3,6	2,7	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	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
6 300	8,5	7,6	6,0	4,7	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	4,5	4,4	4,8	5,2	5,7	6,2
10 000	13,3	15,1	12,5	10,0	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	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, deben 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 deben ajustar 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 la autoridad encargada 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; y
- 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 deben calcular y usar 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** En base de los datos del fabricante (aprobados por la autoridad encargada de la 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 debe determinar 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** En base de los datos del fabricante (aprobados por la autoridad encargada de la 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  $\beta$  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  $\gamma$  (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 vertical 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;  $\beta$ , ángulo del primer ascenso constante;  $\gamma$ , ángulo del segundo ascenso constante; y  $\delta$  y  $\varepsilon$ , 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  $\Delta AB$ ,  $\Delta\beta$ ,  $\Delta\gamma$ ,  $\Delta\delta$  y  $\Delta\varepsilon$ ) pueden deducirse de los datos del fabricante (aprobados por la autoridad encargada 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  $\gamma$ , 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  $\theta$  con sus trayectorias de vuelo. Esta hipótesis de un ángulo  $\theta$  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<sub>c</sub>, 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 PNLT 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 debe usar 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 vertical sobre la derrota (prolongación del eje de pista) es el punto P. La posición del avión se registra para una distancia PO, desde el umbral de pista O, de 7,4 km (4 NM) por lo menos.*
- b) *El avión efectúa la aproximación a un ángulo  $\eta$ , 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  $\eta$  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  $\eta$ , y la G<sub>r</sub>I<sub>r</sub> representa la trayectoria de aproximación de referencia a la altitud de referencia y con el ángulo de aproximación de referencia  $\eta_r$ .*
- 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<sub>r</sub> es la posición correspondiente en la trayectoria de aproximación de referencia. Las trayectorias de propagación del ruido, medida y corregida, son NS y NS<sub>r</sub> respectivamente, las cuales forman el mismo ángulo  $\lambda$  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<sub>r</sub> 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<sub>r</sub>, respectivamente, que son perpendiculares a las trayectorias de vuelo.*

### 9.4 CORRECCIONES DEL PNLT

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 deben hacer correcciones de los valores EPNL calculados a partir de los datos medidos. Estas correcciones se calcularán según se describe a continuación:

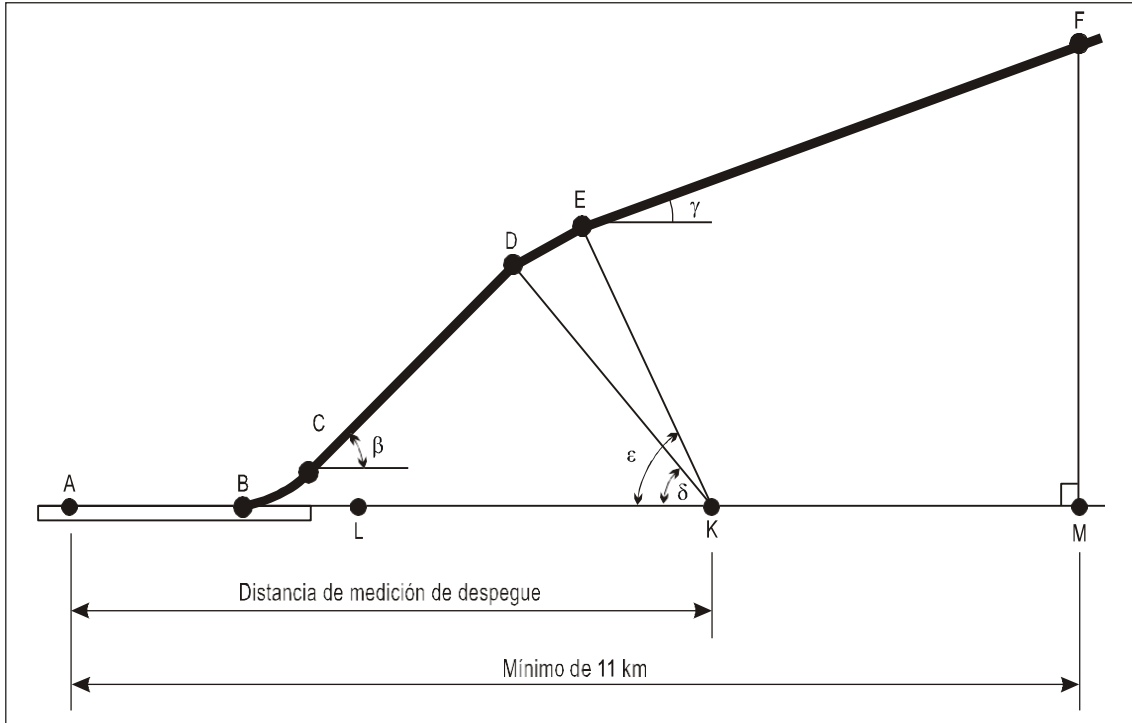


FIGURA A1-4. PERFIL DE DESPEGUE MEDIDO

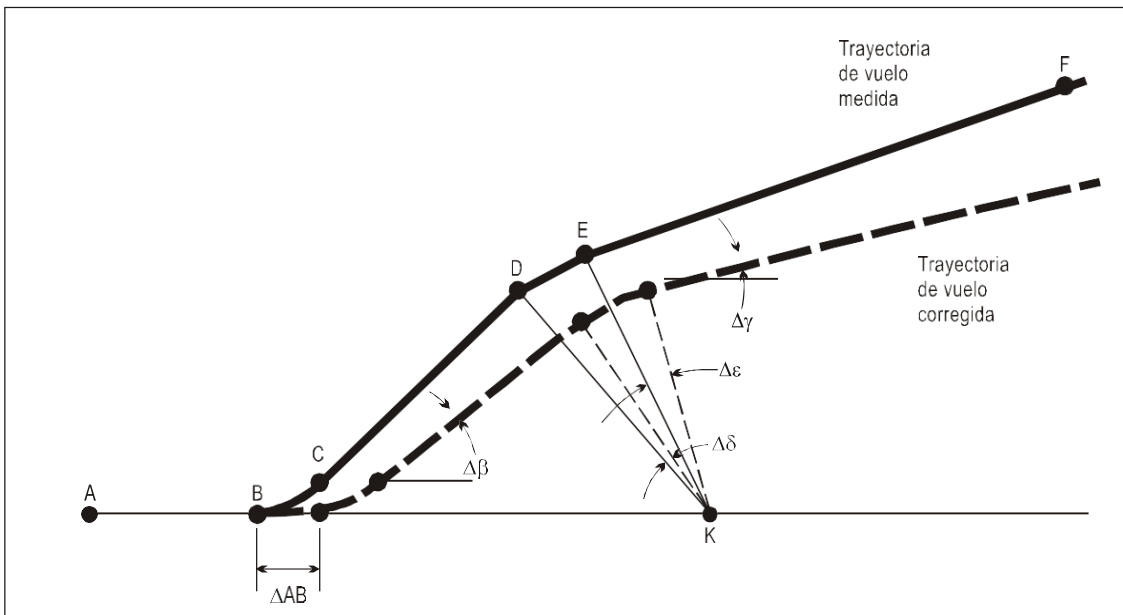


FIGURA A1-5. COMPARACIÓN DE LOS PERFILES DE DESPEGUE MEDIDOS Y CORREGIDOS

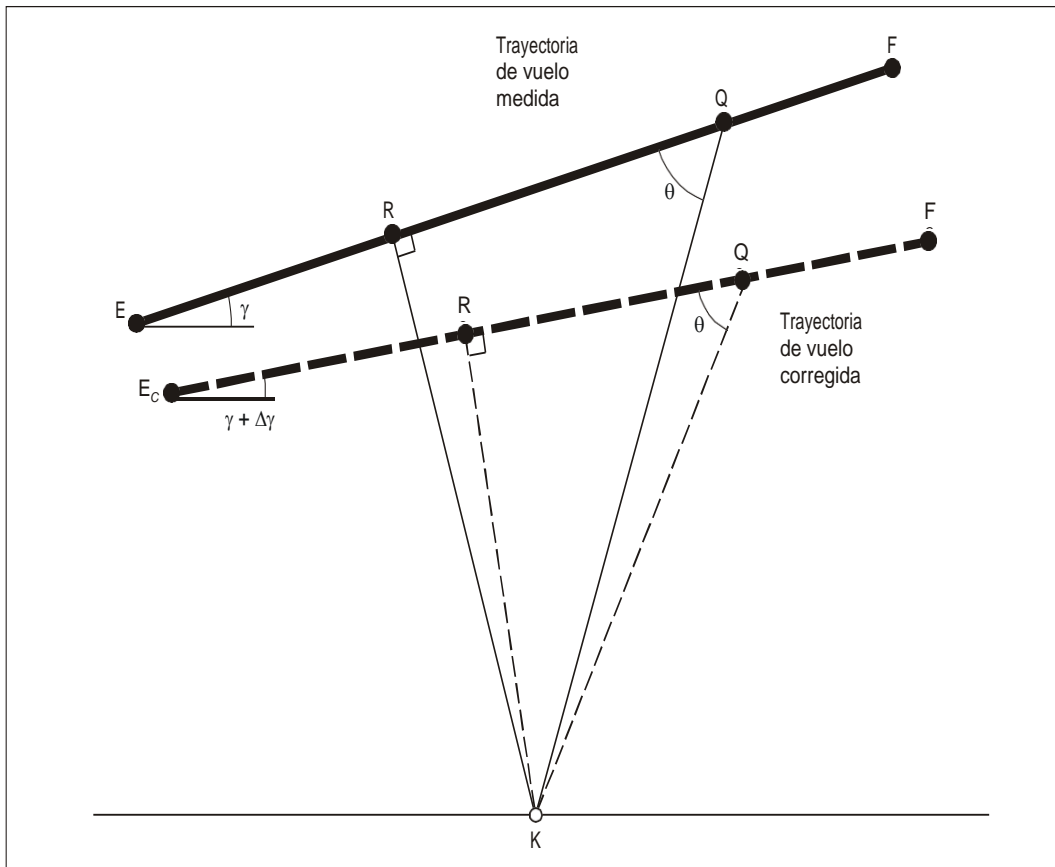


FIGURA A1-6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE DESPEGUE QUE INFLUYEN EN EL NIVEL ACÚSTICO

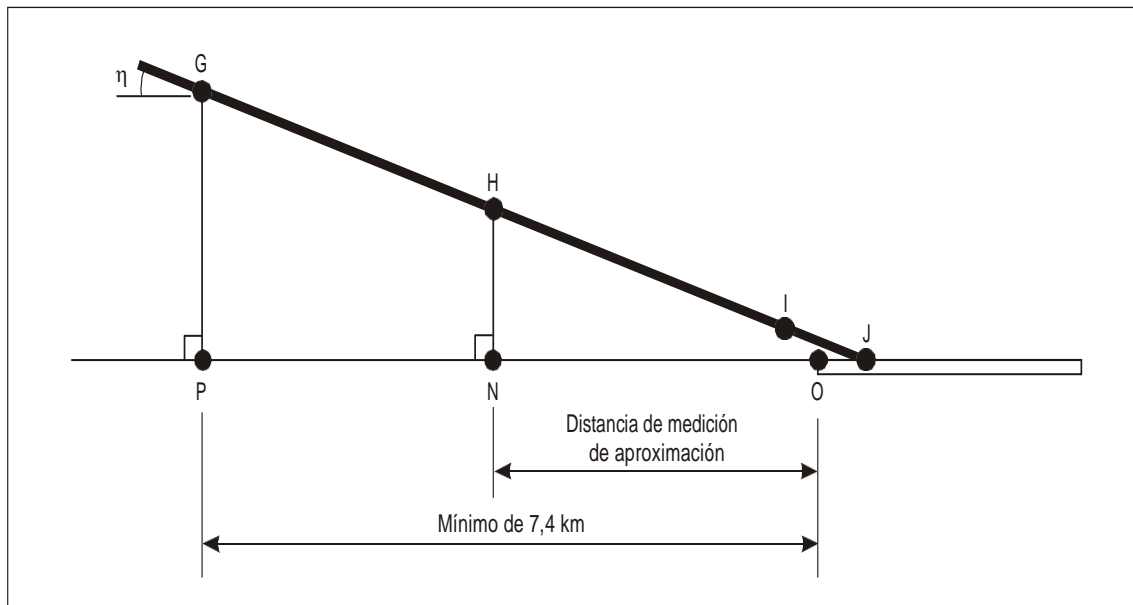


FIGURA A1-7. PERFIL DE APROXIMACIÓN MEDIDO

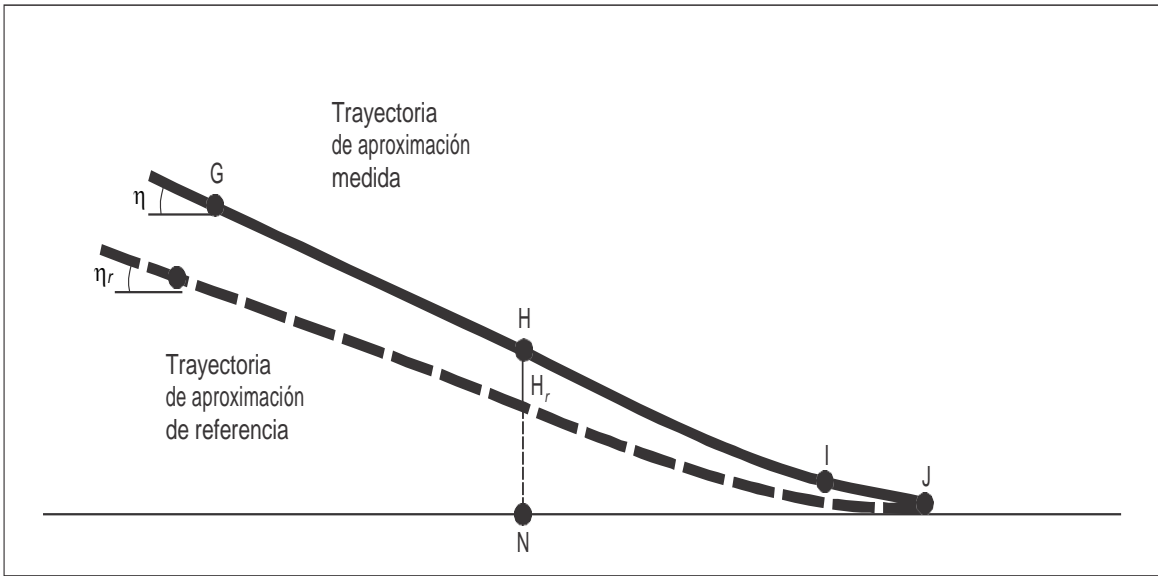


FIGURA A1-8. COMPARACIÓN DE LOS PERFILES DE APROXIMACIÓN MEDIDOS Y CORREGIDOS

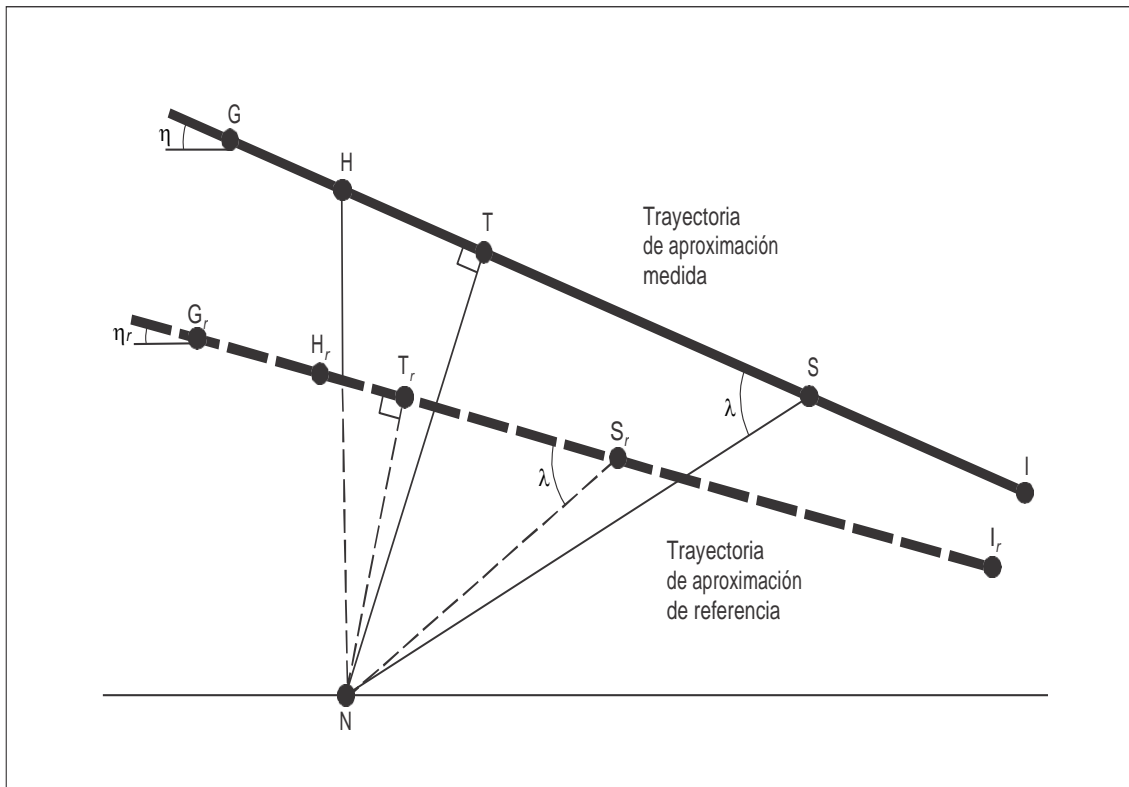


FIGURA A1-9. CARACTERÍSTICAS DE PERFIL DE APROXIMACIÓN QUE INFLUYEN EN EL NIVEL ACÚSTICO



**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 debe calcular luego una serie de valores corregidos de la manera siguiente:

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

- 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 siguiente modo:

$$\Delta_1 = PNLT - PNLTM$$

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

**9.4.1.2 APROXIMACIÓN**

Se debe utilizar 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 aparece en la figura a1-9 en la forma siguiente:

$$SPL(i)_c = SPL(i) + 0,01 [\alpha(i) - \alpha(i)_o] NS + 0,01 \alpha(i)_o (NS - NS_r) + 20 \log (NS/NS_r)$$

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 debe utilizar 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 deben efectuar correcciones por duración en los valores de EPNL calculados a partir de los datos medidos. Estas correcciones se deben calcular 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 debe calcular de la siguiente manera:

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

Que representa el ajuste que se ha de sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos. Las longitudes KR y KR<sub>c</sub> son las distancias mínimas a las trayectorias de despegue, medidas y corregidas, 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 debe utilizar 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:

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

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**

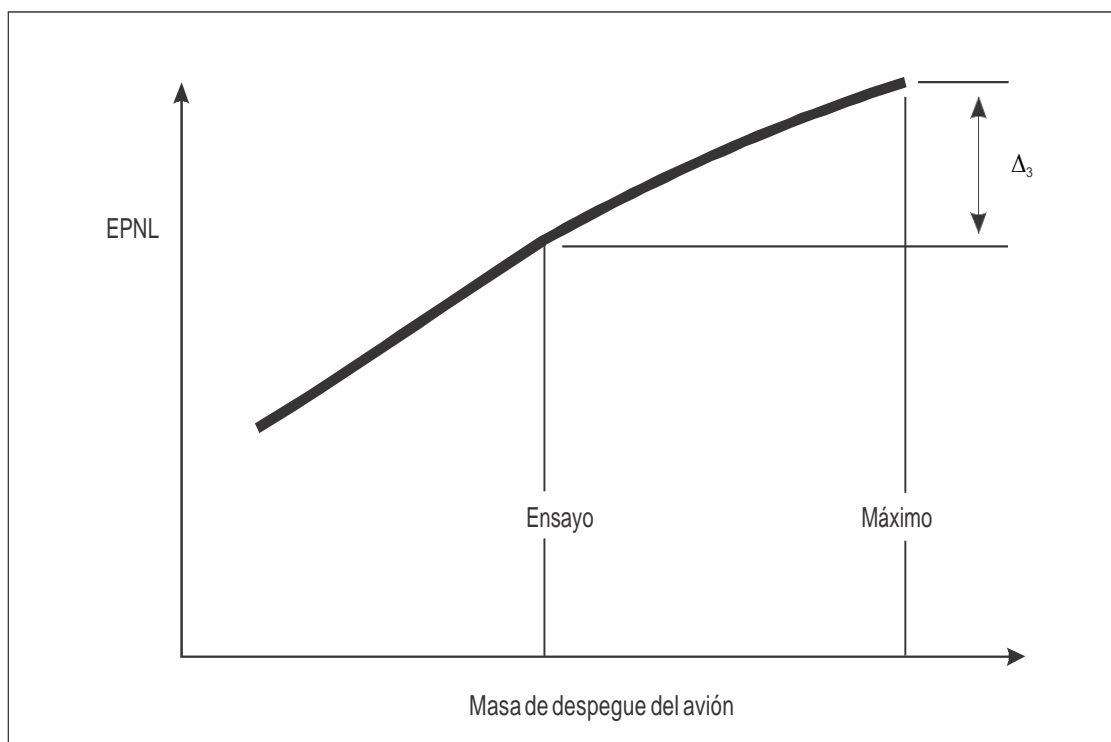
No se hará ninguna corrección por duración por lo que toca a la trayectoria de vuelo lateral porque las diferencias entre la trayectoria de vuelo medida y la corregida se consideran despreciables.

**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 deben determinar a partir de los datos del fabricante (aprobados por la autoridad encargada de la 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 deben 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 debe aplicar una corrección al valor del EPNL calculado a partir de los datos medidos. Las correcciones se deben determinar a partir de los datos del fabricante (aprobados por la autoridad encargada de la homologación) en forma de tablas o curvas como las que se indican esquemáticamente en la figura a1-12. Los datos del fabricante deben ser aplicables a las condiciones atmosféricas de referencia convenidas para la homologación acústica, y a la masa de aterrizaje del ensayo.

**FIGURA A1-10. CORRECCIÓN DE LA MASA DE DESPEGUE CORRESPONDIENTE AL EPNL**

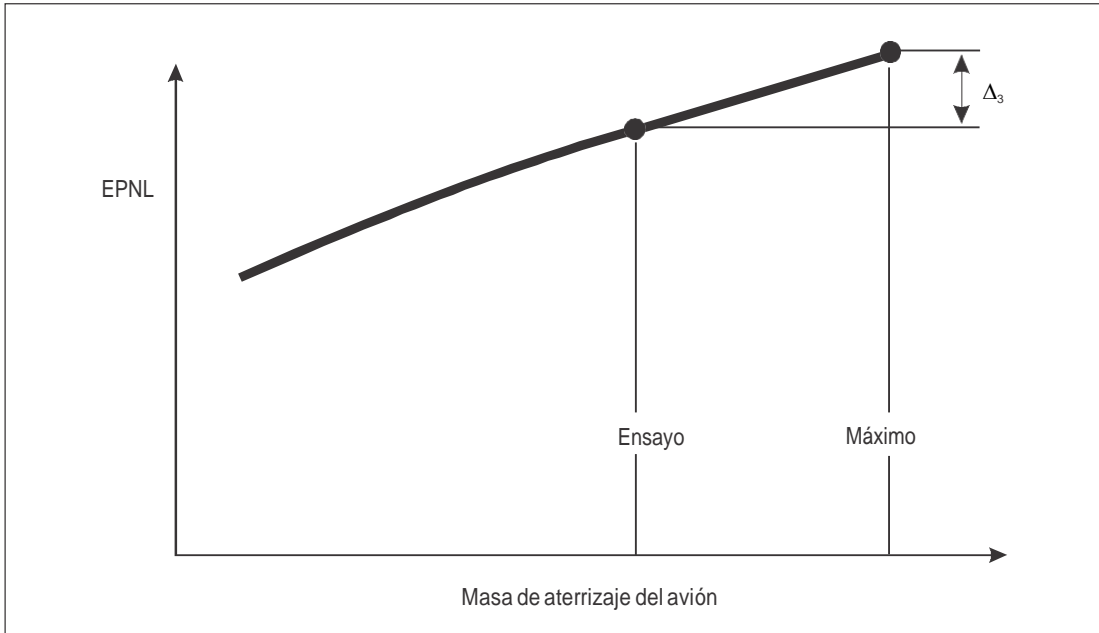


FIGURA A1-11. CORRECCIÓN DE LA MASA DE APROXIMACIÓN CORRESPONDIENTE AL EPNL

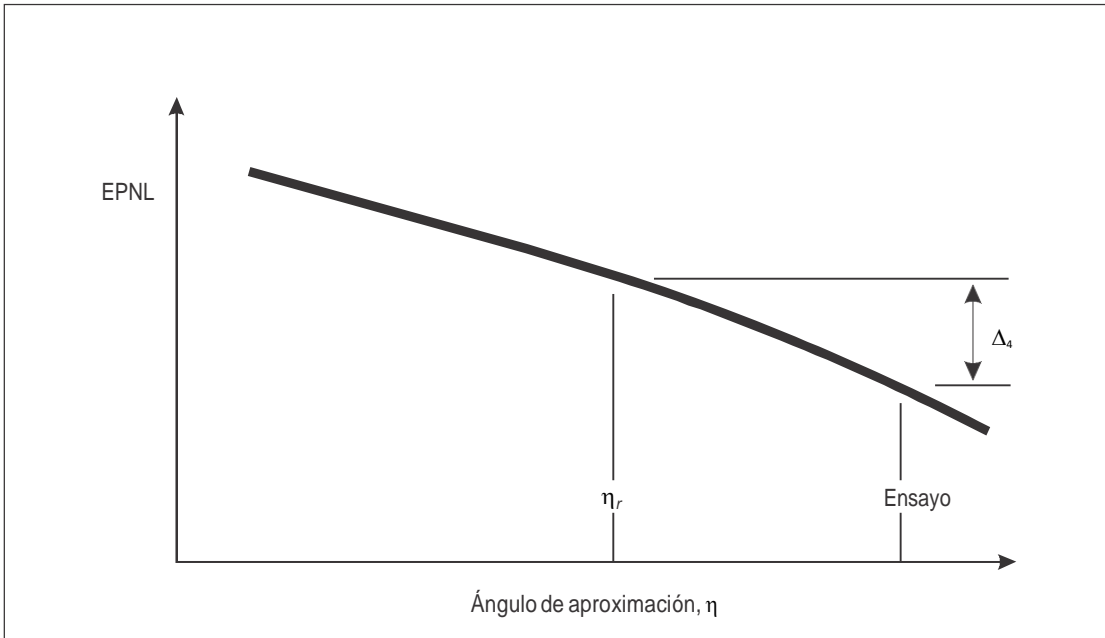


FIGURA A1-12. CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE APROXIMACIÓN CORRESPONDIENTE AL EPNL

\*\*\*\*\*

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

1. — AVIONES DE REACCIÓN SUBSÓNICOS — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 6 DE OCTUBRE DE 1977 O DESPUÉS DE ESA FECHA

2. — AVIONES DE MÁS DE 8 618 KG PROPULSADOS POR HÉLICE — SOLICITUD DEL CERTIFICADO DE TIPO PRESENTADA EL 1 DE ENERO DE 1985 O DESPUÉS DE ESA FECHA

3. — HELICÓPTEROS

4. — AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE

*Nota.- Véase la Parte II, Capítulos 3, 8, 13 y 14.*

### 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 la DINAC encargada 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 la Parte I del presente Anexo figura una lista completa de símbolos y unidades. En las Secciones 7 y 8 de este apéndice se incluyen 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 deben llevar a cabo los ensayos de homologación acústica, así como también los procedimientos de medición que corresponde 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 la DINAC encargada 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 (Doc. 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves 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 EMPLAZAMIENTO DE LOS MICRÓFONOS

Los lugares en que se mida el ruido producido por una aeronave en vuelo deben estar rodeados de terreno relativamente llano, que no se caracterice por una absorción excesiva del sonido, como la que podría deberse a hierba densa y apisonada, pastizales altos, arbustos o zonas cubiertas de bosque. Dentro de un espacio cónico sobre el punto del terreno situado verticalmente por debajo del micrófono, definido por un eje normal (perpendicular) al suelo y un semiángulo de 80° respecto de ese eje, no debe haber ningún obstáculo que pueda influir significativamente en el campo sonoro de la aeronave.

**Nota.-** Las personas que EFECTUAR las mediciones podrían ellas mismas constituir obstáculos.

### 2.2.2 CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

#### 2.2.2.1 DEFINICIONES Y ESPECIFICACIONES

Para los fines de la homologación acústica, en esta sección se deben aplicar las siguientes especificaciones:

**COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL RUIDO.** Reducción del nivel de sonido dentro de la banda de un tercio de octava, en dB por 100 metros, debida a los efectos de la absorción del sonido por la atmósfera. Las ecuaciones para el cálculo de los coeficientes de atenuación del ruido a partir de valores de temperatura y humedad relativa atmosféricas se proporcionan en la Sección 7.

**CONSTANTE DE DISTANCIA (O LONGITUD DE RESPUESTA).** El paso del viento (en metros) requerido para que un sensor de la velocidad del viento indique  $100 \times (1-1/e)\%$  (aproximadamente, el 63%) de un aumento de la función escalonada de la velocidad inicial.

**CONSTANTE DE TIEMPO (DE UN SISTEMA DE PRIMER ORDEN).** EL tiempo que debe transcurrir para que un dispositivo detecte e indique  $100 \times (1-1/e)\%$  (aproximadamente, el 63%) de un cambio de la función escalonada. [La constante matemática,  $e$ , es el número base del logaritmo natural (aproximadamente, 2,7183), también conocido como *número de Euler* o *constante de Napier*].

**COMPONENTE DEL VIENTO DE COSTADO MÁXIMO.** El valor máximo dentro de la serie de valores individuales del componente “perpendicular a la derrota” (v) de las muestras de viento registrados cada segundo durante el intervalo de tiempo en que la aeronave presenta 10 dB de atenuación.

**COMPONENTE DEL VIENTO DE COSTADO MEDIO.** Se determinará a partir de la serie de valores individuales del componente “perpendicular a la derrota” (v) de las muestras de viento obtenidas durante la prueba de funcionamiento de la aeronave, utilizando un proceso de promediación lineal en un intervalo de 30 segundos, o un proceso de promediación que tenga una constante de tiempo de no más de 30 segundos, cuyo resultado se leerá aproximadamente 15 segundos después de que la trayectoria de vuelo de la aeronave intercepta el plano geométrico vertical perpendicular a la derrota de referencia en el micrófono central.

**Nota.-** La derrota de referencia se define en 8.1.3.5.

**MUESTRA DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (EN UN MOMENTO DETERMINADO).** El valor de la dirección del viento medido en ese momento utilizando un sensor/sistema con las siguientes características:

Intervalo operacional de la velocidad del viento:	entre 1 m/s (2 kt) y más de 10 m/s (20 kt);
Linealidad:	$\pm 5^\circ$ en el intervalo especificado; y
Resolución:	$5^\circ$ .

**Nota.-** Para todo el sistema de sensores de viento utilizado para obtener muestras de la velocidad y de la dirección del viento, las características dinámicas combinadas, incluida la inercia física de los sensores, y todo procesamiento temporal, como el filtrado de las señales del sensor, o el suavizado o la promediación de los datos del sensor de viento, SERn equivalentes a un sistema de primer orden (como por ej., un circuito R/C) con una constante de tiempo de no más de 3 segundos a una velocidad del viento de 5m/s (10 kt).

**Muestra de la velocidad del viento (en un momento determinado).** El valor de la velocidad del viento medido en ese momento utilizando un sensor/sistema con las siguientes características:

Intervalo:	entre 1 m/s (2 kt) y más de 10 m/s (20 kt);
Linealidad:	$\pm 0,5$ m/s ( $\pm 1$ kt) en el intervalo especificado; y
Constante de distancia (longitud de respuesta):	menos de 5 metros para sistemas cuyo comportamiento dinámico se caracteriza mejor por medio de una constante de distancia; o
	Constante de tiempo: menos de 3 segundos para velocidades de viento de 5 m/s (10 kt) o más para sistemas cuyo comportamiento

dinámico se caracteriza mejor por medio de una constante de tiempo.

**VECTOR DEL VIENTO (EN UN MOMENTO DETERMINADO).** El vector del viento se debe determinar una vez por segundo como mínimo. Su magnitud en un determinado momento debe estar representada por la muestra de la velocidad del viento correspondiente a ese momento, y la dirección del vector estará representada por la muestra de la dirección del viento correspondiente a ese momento.

**VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO.** El valor máximo dentro de la serie de muestras individuales de la velocidad del viento registradas a cada segundo, durante el intervalo de tiempo en que la aeronave presenta 10 dB de atenuación.

**VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO.** Se debe determinar a partir de la serie de muestras de la velocidad del viento individuales obtenidas durante la prueba de funcionamiento de la aeronave, utilizando un proceso de promediación lineal en un intervalo de 30 segundos, o un proceso de promediación que tenga una constante de tiempo de no más de 30 segundos, cuyo resultado se debe leer aproximadamente 15 segundos después de que la aeronave pase por sobre el micrófono o por el través. Alternativamente, cada vector del viento se debe dividir en sus componentes “paralelos a la derrota” (u) y “perpendiculares a la derrota” (v). Los componentes u y v de la serie de muestras del viento individuales obtenidas durante la prueba de la aeronave se promediarán por separado utilizando un proceso de promediación lineal en un intervalo de 30 segundos, o un proceso de promediación que tenga una constante de tiempo de no más de 30 segundos, cuyo resultado se leerá aproximadamente 15 segundos después de que la la trayectoria de vuelo de la aeronave intercepta el plano geométrico vertical perpendicular a la derrota de referencia en el micrófono central. La dirección del viento (respecto de la derrota) y la velocidad media del viento se calcularán luego a partir de los componentes u y v promediados de acuerdo con el Teorema de Pitágoras y la función “ $\arctan(v/u)$ ”.

## 2.2.2.2 MEDICIÓN

**2.2.2.2.1** Las mediciones de la temperatura ambiente de la humedad relativa se debe efectuar en un punto situado a 10 m (33 ft) sobre el terreno. Para los aviones, la temperatura ambiente y la humedad relativa, también se debe determinar en incrementos verticales no superiores a 30 m (100 ft) sobre la trayectoria de propagación del sonido. Para que un ensayo de aeronave sea aceptable, se deben obtener mediciones de la temperatura ambiente y la humedad relativa antes y después del ensayo. Ambas mediciones deben ser representativas de las condiciones prevalecientes durante el ensayo y por lo menos una de las mediciones de la temperatura ambiente y la humedad relativa se debe haber hecho dentro de los 30 minutos del ensayo. Los datos de temperatura y humedad relativa en el momento real del ensayo se deben interpolar en el tiempo y altura, según sea necesario, a partir de los datos meteorológicos medidos.

*Nota.- La temperatura y la humedad relativa medidas a 10 m (33 ft) se suponen constantes desde los 10 m (33 ft) al suelo.*

**2.2.2.2.2** Las mediciones de velocidad y dirección del viento se deben efectuar a 10 m (33 ft) sobre el terreno a lo largo de cada ensayo.

**2.2.2.2.3** Las condiciones meteorológicas a 10 m sobre el terreno se deben medir dentro de los 2.000 m (6 562 ft) de los emplazamientos de los micrófonos. Éstas SERn



representativas de las condiciones existentes sobre el área geográfica en la cual se realizan las mediciones de ruido.

### 2.2.2.3 INSTRUMENTACIÓN

2.2.2.3.1 La instrumentación para la medición de temperatura y humedad entre el suelo y el avión, incluyendo la instrumentación para determinar la altura a la que se deben efectuar estas mediciones y la forma en que dicha instrumentación se utilice permite, a satisfacción de la DINAC de certificación, la toma de muestras de las condiciones atmosféricas a incrementos verticales de la altura de 30 m (100 ft) o menos.

2.2.2.3.2 Todas las muestras de velocidad del viento se deben tomar con el sensor instalado de manera que la distancia horizontal entre el anemómetro y cualquier obstáculo sea de por lo menos 10 veces la altura de dicho obstáculo. El error de instalación del sensor de dirección del viento no debe ser mayor de 5°.

2.2.2.3.1 Los instrumentos para la medición del ruido y condiciones meteorológicas, así como el seguimiento de la trayectoria de vuelo de la aeronave deben funcionar dentro de las limitaciones ambientales especificadas por el fabricante.

### 2.2.2.4 VENTANA DE ENSAYO

2.2.2.4.1 Para que los ensayos de aeronaves resulten aceptables, se deben llevar a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas, excepto por lo dispuesto en 2.2.2.4.2:

- a) Ausencia de precipitación;
- b) Temperatura del aire ambiente no superior a 35°C ni inferior a -10°C en toda la trayectoria del ruido entre un punto situado a 10 m (33 ft) sobre el terreno y la aeronave;
- c) Humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% en toda la trayectoria de ruido entre un punto situado a 10 m (33 ft) sobre el terreno y la aeronave;
- d) El coeficiente de atenuación del ruido en la banda de un tercio de octava de 8 kHz no SER superior a 12 dB/100 m en toda la trayectoria del ruido entre un punto situado a 10 m (33 ft) sobre el terreno y la altura de la aeronave en el PNLTM;

**Nota.-** En la Sección 7 de este apéndice se especifica el método para calcular los coeficientes de atenuación del ruido basados en la temperatura y la humedad.

- e) Para los aviones, la velocidad media del viento a 10 m (33 ft) sobre el terreno no debe exceder de 6,2 m/s (12 kt) y la velocidad máxima del viento a 10 m (33 ft) sobre el terreno no debe exceder de 7,7 m/s (15 kt);
- f) Para los aviones, el componente del viento de costado medio a 10 m (33 ft) sobre el terreno no deben exceder de 3,6 m/s (7 kt) y el componente de viento de costado máximo a 10 m (33 ft) sobre el terreno no deben exceder de 5,1 m/s (10 kt);
- g) Para los helicópteros, la velocidad media del viento a 10 m (33 ft) sobre el terreno no deben exceder de 5,1 m/s (10 kt);

- h) Para los helicópteros, el componente de viento de costado medio a 10 m (33 ft) sobre el terreno no deben exceder de 2,6 m/s (5 kt);
- i) Ausencia de condiciones anómalas, meteorológicas o del viento, que pudieran afectar significativamente los niveles de ruido medidos.

**Nota.-** Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento, para fines de homologación acústica.

**2.2.2.4.2** Para los helicópteros, los requisitos de 2.2.2.4.1 b), c) y d) se deben aplicar solamente a 10 m (33 ft) sobre el terreno.

### **2.2.2.5. DIVISIÓN EN CAPAS**

**2.2.2.5.1** Para cada ensayo de avión el coeficiente de atenuación del ruido en la banda de un tercio de octava de 3 150 Hz se debe determinar en el momento de PNLTM a partir de 10 m (33 ft) sobre el terreno hasta la altura del avión, con incrementos verticales de altura no superiores a 30 m (100 ft).

**2.2.2.5.2** Si los valores individuales del coeficiente de atenuación del ruido en la banda de un tercio de octava de 3150 Hz relacionada con los incrementos verticales de altura especificados en 2.2.2.5.1 no deben variar en más de 0,5 dB/100 m con respecto al valor determinado a 10 m (33 ft), el coeficiente que ha de utilizarse para el ajuste de los niveles de ruido del avión para cada banda de un tercio de octava debe ser el promedio del coeficiente calculado a partir de la temperatura y humedad a 10 m (33 ft) por sobre el terreno y el coeficiente calculado a partir de la temperatura y humedad a la altura del avión en ensayo.

**2.2.2.5.3** Si los valores individuales del coeficiente de atenuación del ruido en la banda de un tercio de octava de 3150 Hz relacionados con los incrementos verticales de altura especificados en 2.2.2.5.1 varían en más de 0,5 dB/100 m con respecto al valor determinado a 10 m (33 ft), se debe utilizar secciones “en capas” de la atmósfera, según se describe a continuación, para calcular el coeficiente de cada banda de un tercio de octava que se debe utilizar en el ajuste de los niveles sonoros del avión:

- a) La atmósfera a partir del terreno hasta por lo menos la altura del avión se debe dividir en capas de 30 m (100 ft) de espesor;
- b) Para cada una de las capas especificadas en 2.2.2.5.3 a), el coeficiente de atenuación del ruido se debe determinar para cada banda de un tercio de octava; y
- c) Para cada banda de un tercio de octava el coeficiente de atenuación del ruido que se debe utilizar en el ajuste de los niveles de ruido del avión debe ser el promedio de los coeficientes de las capas individuales especificados en 2.2.2.5.3 b).

**2.2.2.5.4** Para los helicópteros, el coeficiente de atenuación del ruido que ha de utilizarse en el ajuste de los niveles de ruido para cada banda de un tercio de octava se calculará

a partir de la temperatura y la humedad a 10 m (33 ft) sobre el terreno.

## 2.3 MEDICIÓN DE LA TRAYECTORIA DE VUELO

2.3.1 La posición espacial de la aeronave con respecto a los micrófonos de medición se debe determinar mediante un método que esté aprobado por la DINAC de homologación y sea independiente de los instrumentos de vuelo del puesto de pilotaje.

*Nota.— En el Manual Técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, figuran textos de orientación sobre medición de la posición de las aeronaves.*

2.3.2 Mediante señales de sincronización temporal se debe sincronizar 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 y duración suficiente para asegurar que se obtengan los datos necesarios durante el lapso en que el ruido difiera en menos de 10 dB del valor máximo dePNLT.

2.3.3 Los datos de posición y de performance que se necesitan para hacer los ajustes descritos en la Sección 8 de este apéndice se deben registrar automáticamente a un ritmo de muestreo aprobado. El equipo de medición debe ser aprobado por la DINAC.

## 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 y una línea que va desde la fuente del sonido 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”. El eje principal del micrófono de medición pasa por el centro del diafragma y es perpendicular a él.

**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 y 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.

*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  $\mu$ 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 LINEARIDAD 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  $20 \mu\text{Pa}$ .

**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  $SER_n$  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 debe constar de equipo aprobado por la DINAC y debe ser 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 debe efectuar de forma que los niveles de cualesquiera pseudoseñales o artefactos posibles del proceso de digitalización, deben ser 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 debe ser 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 deben exceder 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 debe conformar con las especificaciones de 3.5.2 a 3.5.4. La DINAC 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 debe montar con el elemento sensor a una altura de 1,2 m (4 ft) por encima de la superficie del terreno local y se debe orientar 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 debe ser 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.

**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 deben diferir 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 deben exceder del límite de tolerancia correspondiente al mayor de los ángulos

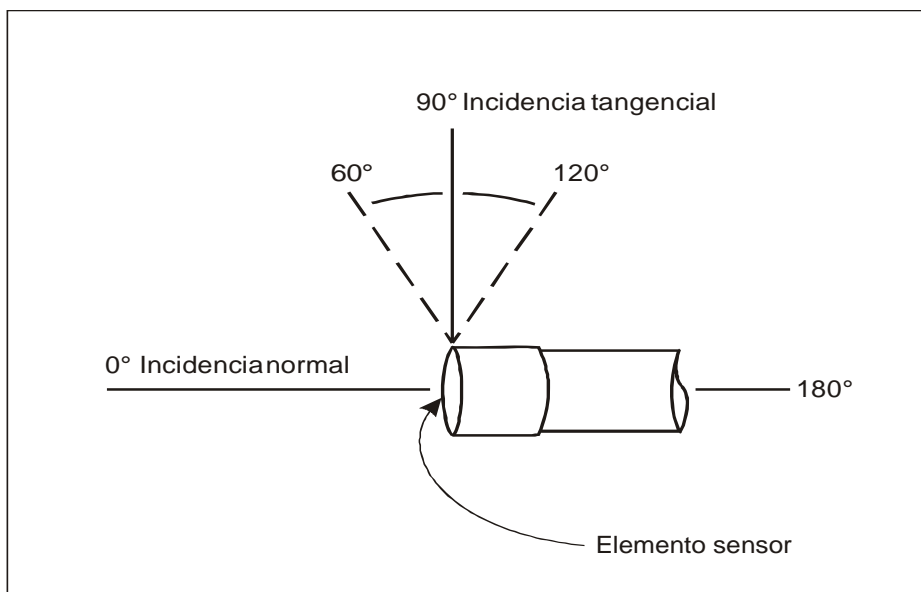


FIGURA A2-1. ILUSTRACIÓN DE LOS ÁNGULOS DE INCIDENCIA SONORA EN UN MICRÓFONO

### 3.6 SISTEMAS DE REGISTRO Y REPRODUCCIÓN

**3.6.1** Se deben utilizar 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 debe ser registrado de tal modo que se conserve un registro de la totalidad de la señal acústica. Los sistemas de registro y reproducción se deben conformar de acuerdo 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 debe demostrar 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 deben calibrar de la forma descrita en 3.9 los sistemas de registro y reproducción. 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 deénfasis complementario. 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 de preénfasis no excederá de 20 dB de la ganancia a 800 Hz.

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

**TABLA A2-1. REQUISITOS DE RESPUESTA DIRECCIONAL DE LOS MICRÓFONOS**

- 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 debe estar 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. No es necesario incluir como configurados en el campo los cables de extensión de los micrófonos.
- 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 deben variar en más de  $\pm 0,5$  dB en cualquier carrete de tipo de cinta magnética utilizado. Se debe demostrar 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 deben exceder 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.-** La linealidad de nivel de los componentes del sistema de medición debería someterse a ensayo de conformidad con los métodos descritos en CEI 612651 en su forma enmendada.

**Nota.-** 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 debe ser 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 deben superponer 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 deben permitir 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 debe conformar 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 debe consistir 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 debe ser de 500 ms  $\pm$  5 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 debe exceder de una duración de 5 ms; y

e) El sistema de análisis debe funcionar 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 un tercio de octava se debe conformar a los requisitos de actuación de clase 1 de CEI 61260-1<sup>2</sup> en la forma enmendada, en toda la gama de filtros de un tercio de octava que tengan frecuencias nominales de centro de banda desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive.

**Nota 1.-** La DINAC encargada de la homologación puede permitir la sustitución de un sistema de análisis que cumpla con los requisitos de actuación de la clase 2 de CEI 61260-1<sup>2</sup> o con la clase 1 o la clase 2 de una versión anterior de CEI 61260.

**Nota 2.-** Los ensayos del sistema de análisis de banda de un tercio de octava deberían efectuarse de conformidad con los métodos descritos en CEI 61260-3<sup>3</sup> o con un procedimiento equivalente aprobado por la DINAC, respecto a la atenuación relativa, a filtros antisolape, 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 debe medir a instantes de muestreo 0,5, 1, 1,5 y 2 segundos después de tanto la activación como la interrupción. La respuesta de ascenso debe ser de  $-4 \pm 1$  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 suma de la respuesta de ascenso y la correspondiente respuesta de descenso debe ser de  $-6,5 \pm 1$  dB, a ambos 0,5 y 1 segundos. La suma de las respuestas de ascenso y de descenso SER de  $-6,5$  dB o menos a 1,5 segundos y  $-7,5$  dB o menos a 2 segundos y tiempos subsiguientes relativos a los niveles de régimen permanente. Esto equivale a un proceso de promedio exponencial (ponderación LENTA) con una constante nominal de tiempo de 1 segundo.

**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 debe simular 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:

$$SPLs(i,k) = 10 \log [(0,60653) 10^{0,1SPLs [i,(k-1)]} + (0,39347) 10^{0,1SPL(i,k)}]$$

siendo  $SPLs(i,k)$  el nivel de presión acústica de ponderación LENTA simulado y  $SPL(i,k)$  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  $SPLs[i,(k-1) = 0]$  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  $k = 4$ :

$$SPLs(i,k) = 10 \log [(0,13) 10^{0,1SPL[i,(k-3)]} + (0,21) 10^{0,1SPL[i,(k-2)]} + (0,27) 10^{0,1SPL[i,(k-1)]} + (0,39) 10^{0,1SPL[i,k]}]$$

siendo  $SPLs(i,k)$  el nivel de presión acústica acumulado de ponderación LENTA y  $SPL(i,k)$  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 por el cual se caracteriza un nivel de presión acústica de ponderación de tiempo LENTA se debe ubicar 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 período correspondiente de promedio de 2 segundos.

- 3.7.7** La resolución de los niveles de presión acústica, presentados y almacenados, deben ser de 0,1 dB o mejor.

### **3.8 INSTRUMENTACIÓN PARA CALIBRACIÓN**

- 3.8.1** Todos los instrumentos utilizados para calibración y determinación de correcciones deben ser aprobados por la DINAC.

- 3.8.2** El calibrador de sonido se debe ajustar como mínimo a los requisitos para la clase 1 de la norma CEI 609424. El nivel de presión acústica producido en la cavidad del acoplador del calibrador de sonido se debe calcular 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 debe determinar la salida del calibrador de sonido mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas dentro de un plazo de seis meses posteriores a cada medición de ruido de una aeronave. Los cambios admisibles en la salida respecto de la calibración anterior no deben ser de más de 0,2 dB.

- 3.8.3** Si se utiliza el ruido rosa para determinar las correcciones de respuesta de frecuencia del sistema referidas en 3.9.7, se determinará la salida del generador de ruido mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas en un plazo de seis meses posteriores a cada medición de ruido de una aeronave. Los cambios admisibles en la salida relativa respecto de la calibración anterior en cada banda de tercio de octava no deben ser de más de 0,2 dB.

### **3.9 CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA**

- 3.9.1** Se debe realizar la calibración y verificación del sistema de medición y de sus componentes constituyentes a satisfacción de la DINAC por los métodos especificados en 3.9.2 a 3.9.9. Todas las correcciones y ajustes de calibración, incluidos los correspondientes a efectos ambientales en el nivel de salida del calibrador de sonido, se deben notificar a la DINAC y se deben aplicar los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador. Los datos de ruido de una aeronave recopilados durante una condición de sobrecarga de cualquier componente del sistema de medición en la trayectoria de la señal hasta e incluyendo el registrador deben ser inválidos y se utilizarán. Cuando la condición de sobrecarga haya ocurrido durante el análisis o en un punto de la trayectoria de la señal ubicado después del registrador, se repetirá el análisis con menor sensibilidad para eliminar la sobrecarga.
- 3.9.2** Se debe determinar la sensibilidad acústica del sistema de medición mediante un calibrador de sonido que genere un nivel conocido de presión acústica a una frecuencia conocida. Se debe registrar 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 medición de ruido de una aeronave. Los datos medidos del ruido de la aeronave no se deben considerar válidos para efectos de homologación a menos que previa y posteriormente se hayan efectuado calibraciones de nivel de presión acústica válidas. El sistema de medición se debe considerar satisfactorio si la diferencia entre los niveles de sensibilidad acústica registrada inmediatamente antes e inmediatamente después de cada una de las series de mediciones de ruido de una aeronave en un día determinado no es superior a 0,5 dB. Se aplica el límite de 0,5 dB después de aplicar toda corrección de presión atmosférica al nivel de salida del calibrador. La media aritmética de las calibraciones antes y después se utilizará para representar el nivel de sensibilidad acústica del sistema de medición correspondiente a cada serie de mediciones de ruido de una aeronave. Se deben notificar las correcciones de calibración a la DINAC y se debe aplicar a los niveles medidos de presión acústica de banda de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.
- 3.9.3** Para magnetófonos analógicos (directos o FM) cada volumen del medio de grabación, como un carrete, bobina o casete, debe portar una calibración de nivel de presión acústica de por lo menos 10 segundos de duración al principio y al fin.
- 3.9.4** La respuesta de frecuencia de campo libre del sistema de micrófonos puede determinarse utilizando un activador electrostático en combinación con los datos del fabricante o mediante ensayos en una instalación de campo libre sin ecos. Se debe determinar la corrección para respuesta de frecuencia dentro de los 90 días de cada medición de ruido de la aeronave y se debe notificar a la DINAC. Las correcciones se deben aplicar a los niveles medidos de presión acústica de banda de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.
- 3.9.5** 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 debe considerar suficiente para la corrección de efectos de respuesta direccional. En los demás casos las correcciones adecuadas para tener en cuenta los efectos de incidencia se debe determinar en el ángulo de incidencia para cada muestra de medio segundo. Estas correcciones se deben notificar a la DINAC y aplicar a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.

- 3.9.6** La incidencia en el campo libre por inserción de la pantalla de viento para cada frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive se debe determinar con las señales sonoras sinusoidales a ángulos de incidencia adecuados en el micrófono insertado. Para una pantalla de viento que no esté dañada ni contaminada, los efectos de la inserción pueden tomarse de los datos del fabricante. Además, los efectos de la inserción de la pantalla de viento pueden determinarse mediante un método que pueda referirse a un laboratorio nacional de normas en un plazo de seis meses de cada medición de ruido de la aeronave. Los cambios admisibles de los efectos de inserción respecto a la calibración anterior en cada banda de frecuencia de un tercio de octava no deben ser de más de 0,4 dB. Las correcciones para los efectos por inserción de la pantalla de viento en el campo libre se deben notificar a la DINAC y se deben aplicar a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador.
- 3.9.7** Se debe determinar la respuesta de frecuencia de todo el sistema de medición, excluyendo el micrófono y la pantalla de viento, desplegado en el campo durante las mediciones de ruido de la aeronave. Se debe determinar correcciones para cada frecuencia nominal de centro de banda de un tercio de octava desde 50 Hz hasta 10 kHz inclusive. La determinación se debe efectuar a un nivel dentro de 5 dB del nivel correspondiente al nivel de presión acústica para calibración en la gama de niveles de referencia, utilizándose el ruido aleatorio rosa o el ruido pseudoaleatorio, o señales sinusoidales discretas o barridas. Se debe notificar las correcciones para respuesta de frecuencia a la DINAC y se deben aplicar a los niveles medidos de presión acústica de un tercio de octava determinados a la salida del analizador. Si las correcciones para respuesta de frecuencia del sistema no se determinan en el campo, se deben realizar pruebas de respuesta de frecuencia en el campo para asegurar la integridad del sistema de medición.
- 3.9.8** Para magnetófonos analógicos (directos o FM), cada volumen del medio de grabación, como un carrete, bobina o casete, se debe portar por lo menos 30 segundos de ruido aleatorio rosa o ruido pseudoaleatorio al principio y al fin. Se deben aceptar como válidos los datos de ruido de las aeronaves obtenidos de las señales registradas en cinta magnética analógica solamente si las diferencias de nivel en la banda de un tercio de octava de 10 kHz no son de más de 0,75 dB para las señales registradas al principio y al fin. Para los sistemas que utilizan magnetófonos analógicos (directo o FM), las correcciones de respuesta de frecuencia se deben determinar a partir de grabaciones de ruido rosa realizadas en el campo durante las mediciones de ruido de las aeronaves.
- 3.9.9** El adecuado funcionamiento de los atenuadores conmutados en el equipo utilizado durante las mediciones para la homologación acústica y las calibraciones se debe verificar en un plazo de seis meses de cada medición de ruido de la aeronave para asegurar que el error máximo no exceda de 0,1 dB. La exactitud de las variaciones de ganancia se debe comprobar o determinar en base a las especificaciones del fabricante a satisfacción de la DINAC.
- 3.10 AJUSTES POR EL RUIDO DE FONDO**
- 3.10.1** Se debe registrar (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 registrada debe ser representativa del ruido que exista durante el recorrido de ensayo. Los datos de ruido de la aeronave registrados se deben aceptar 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) deben exceder 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 deben ajustar mediante un método similar al descrito en la sección del *Manual técnico-ambiental* (Doc 9501), Volumen I - *Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves* relativa al ajuste de los niveles de ruido de las aeronaves por el efecto del ruido de fondo.

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

##### **4.1 GENERALIDADES**

**4.1.1** La medición utilizada para cuantificar el nivel de ruido homologado debe ser el nivel efectivo de ruido percibido (EPNL) expresado en unidades de EPNdB. EPNL es un evaluador numérico único que tiene en cuenta los efectos subjetivos del ruido de las aeronaves en los seres humanos. Consiste en el nivel instantáneo del ruido percibido, PNL, corregido para tomar en cuenta las irregularidades espectrales y la duración.

**4.1.2** Para obtener el EPNL, se deben medir tres propiedades físicas básicas del ruido de las aeronaves: el nivel, la distribución de frecuencias y la variación en función del tiempo. Se debe requerir la adquisición de los niveles de presión acústica instantáneos en espectros compuestos de 24 bandas de tercio de octava, que se deben obtener para cada incremento de tiempo de medio segundo durante toda la duración de la medición del ruido de la aeronave.

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

- a) Cada uno de los niveles de presión acústica en las 24 bandas de tercio de octava en cada espectro de medio segundo medido se convierte por medio de los métodos de la Sección 4.7 en ruidosidad percibida. Primero se combinan los valores  $n_{oy}$  y luego se convierten en niveles de ruido percibido  $PNL(k)$  instantáneos para cada espectro, medidos en el  $k$ -ésimo instante de tiempo, mediante el método de la Sección 4.2;
- b) Se calcula un factor de corrección por tono,  $C(k)$ , para cada espectro, mediante el método de la Sección 4.3 para tener en cuenta la respuesta 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 espectro:  
$$PNLT(k) = PNL(k) + C(k);$$
- d) Se examina la historia de los niveles de ruido percibido  $PNLT(k)$  para determinar el valor máximo  $PNLTM$  aplicando el método de la Sección 4.4 y la duración del ruido aplicando el método de la Sección 4.5; y
- e) El nivel efectivo de ruido percibido, EPNL, se determina mediante la suma logarítmica de los niveles  $PNLT$  durante la duración del ruido y normalizando dicha duración a 10 segundos, mediante el método de la Sección 4.6.

## 4.2 NIVEL DE RUIDO PERCIBIDO

Los niveles instantáneos de ruido percibido  $PNL(k)$ , se deben calcular a partir de los niveles instantáneos de presión acústica de banda de tercio de octava,  $SPL(i,k)$ , de la siguiente manera:

**OPERACIÓN 1.** Conviértase el  $SPL(i,k)$  de cada banda de tercio de octava, de 50 a 10.000 Hz, en ruidosidad percibida  $n(i,k)$ , con referencia a la formulación matemática de las tablas de valores noy de la Sección 4.7 o a la sección del *Manual técnico-ambiental* (Doc. 9501), Volumen I - *Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves*, relativa a las tablas de referencia utilizadas en el cálculo manual del nivel efectivo de ruido percibido.

**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.—** El nivel de ruido percibido  $PNL(k)$  en función de la ruidosidad total percibida está representado gráficamente en la sección del *Manual técnico-ambiental* (Doc. 9501), Volumen I — *Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves relativa a las tablas de referencia utilizadas en el cálculo manual del nivel efectivo del ruido percibido*.

## 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 debe ajustar por medio del factor de corrección  $C(k)$ , que se calcula de siguiente manera:

**OPERACIÓN 1.** Excepto en el caso de los helicópteros y las aeronaves de rotor basculante 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, de la siguiente manera:

$$s(3,k) = \text{sin ningún valor}$$

$$s(4,k) = SPL(4,k) - SPL(3,k)$$



- 
- 
- 
- $s(i,k) = \text{SPL}(i,k) - \text{SPL}(i-1,k)$
- 
- 
- 
- $s(24,k) = \text{SPL}(24,k) - \text{SPL}(23,k)$

**OPERACIÓN 2.** Enciérrese 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.**

- a) Si el valor de la pendiente  $s(i,k)$  encerrado en el círculo es positivo y algebraicamente es mayor que la pendiente  $s(i-1,k)$ , inclúyase en un círculo  $\text{SPL}(i,k)$ .
- 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  $\text{SPL}(i-1,k)$ .
- c) En todos los demás casos no se pondrá círculo alguno en los valores de nivel de presión acústica.

**OPERACIÓN 4.** Calcúlense nuevos niveles ajustados de presión acústica  $\text{SPL}'(i,k)$ , como sigue:

- a) Respecto a los niveles de presión acústica no encerrados en círculos, iguálense los nuevos niveles a los niveles originales:  $\text{SPL}'(i,k) = \text{SPL}(i,k)$ .
- b) Por lo que toca a los niveles de presión acústica encerrados en círculos correspondientes a las bandas 1 a 23 inclusive, iguálense el nuevo nivel de presión acústica a la media aritmética de los niveles precedente y subsiguiente:

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

- c) 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:

$$\hat{S}(i,k) = \frac{1}{3} [s'(i,k) + s'(i+1,k) + s'(i+2,k)]$$

**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:

$$\text{SPL}'(3,k) = \text{SPL}(3,k)$$

$$\text{SPL}'(4,k) = \text{SPL}'(3,k) + \hat{S}(3,k)$$

- 

- 

- 

$$\text{SPL}'(i,k) = \text{SPL}'(i-1,k) + \hat{S}(i-1,k)$$

- 

- 

$$\text{SPL}'(24,k) = \text{SPL}'(23,k) + \hat{S}'(23,k)$$

**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 anótese 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, determínense los factores de corrección por tono para cada una de las bandas (3 a 24) de tercio de octava pertinentes.

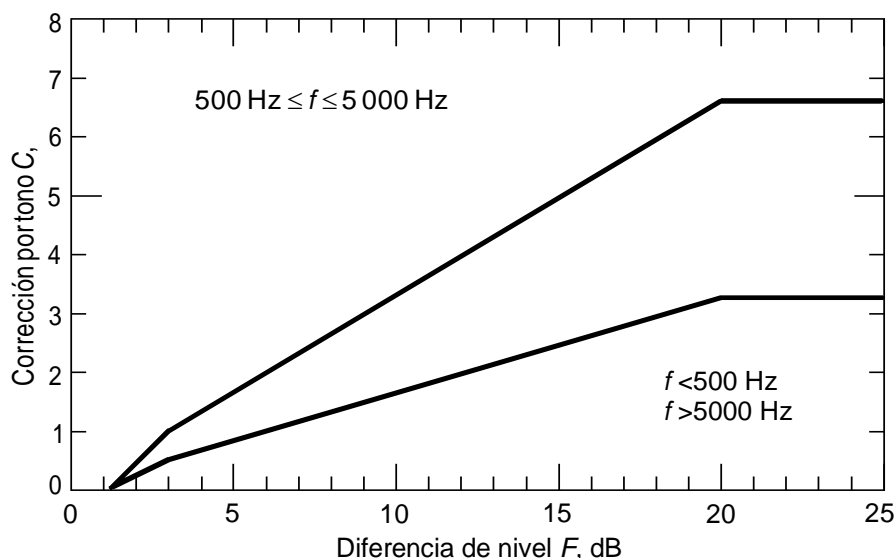
**OPERACIÓN 10.** Desígnese como  $C(k)$  el mayor de los factores de corrección por tono determinados en la operación 9. Un ejemplo del procedimiento de corrección por tono figura en la sección del *Manual técnico-ambiental* (Doc 9501), Volumen I - *Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves* relativa a las tablas de referencias utilizadas en el cálculo manual de nivel efectivo de ruido percibido.

Los niveles de ruido percibido corregidos por tono  $\text{PNLT}(k)$ , se debe determinar sumando los valores  $C(k)$  a los correspondientes valores  $\text{PNL}(k)$ , es decir:

$$\text{PNLT}(k) = \text{PNL}(k) + C(k)$$

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 debe utilizar para calcular un factor de corrección por tono, para la banda de un tercio de octava de que se trate. Para rechazar correcciones espurias por tono se pueden usar otros métodos, tales como los descritos en el Capítulo 4 del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves.



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

\* Véase la operación 8 de 4.3.1.

**TABLA A2-2. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TONO**

**4.3.2**

Este procedimiento debe subestimar el EPNL si un tono importante tuviera una frecuencia tal que se debe encontrar registrado en dos bandas de tercio de octava adyacentes. Se debe demostrar de manera satisfactoria para la DINAC :

*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.*

**4.4**

**NIVEL MÁXIMO DE RUIDO PERCIBIDO CORREGIDO POR TONO**

- 4.4.1** Los niveles de ruido percibido corregido por tono,  $PNLT(k)$ , se calculan a partir de valores de SPL medidos cada medio segundo con arreglo al procedimiento de la Sección 4.3. El nivel máximo de ruido percibido corregido por tono,  $PNLTM$ , SER el valor máximo de  $PNLT(k)$ , ajustado de ser necesario para tener en cuenta las bandas compartidas mediante el método de la Sección 4.4.2. El incremento relacionado con  $PNLTM$  se designa como  $k_M$ .

**Nota.-** La Figura A2-2 es un ejemplo de historial de tiempo de ruido en sobrevuelo con clara indicación del valor máximo.

- 4.4.2** El tono en el  $PNLTM$  puede suprimirse debido a la compartición de la banda de un tercio de octava de dicho tono. Para determinar si este es el caso, se calcula el promedio de los factores de corrección por tono del espectro  $PNLTM$  y los dos espectros precedentes y los dos posteriores. Si el valor del factor de corrección por tono  $C(k_M)$  para el espectro relacionado con el  $PNLTM$  es inferior al valor promedio de  $C(k)$  de los cinco espectros consecutivos ( $k_M - 2$ ) a ( $k_M + 2$ ), entonces se debe utilizar el valor promedio  $C_{avg}$  para calcular una corrección por compartición de banda,  $\Delta B$ , y un valor de  $PNLTM$  ajustado para dicha compartición.

$$C_{avg} = [C(k_M-2) + C(k_M-1) + C(k_M) + C(k_M+1) + C(k_M+2)] / 5$$

Si  $C_{avg} > C(k_M)$  entonces  $\Delta B = C_{avg} - C(k_M)$ , y

$$PNLTM = PNLT(k_M) + \Delta B$$

- 4.4.3** El valor de  $PNLTM$  corregido para la compartición de banda se utilizará para el cálculo del  $EPNL$ .

## **4.5 DURACIÓN DEL RUIDO**

- 4.5.1** Los límites de la duración del ruido están indicados por el primero y el último punto a menos de 10 dB. Estos límites se determinan examinando el historial de tiempo del  $PNLT(k)$  con respecto al  $PNLTM$ :

- a) Se determina el primer valor de  $PNLT(k)$  mayor que  $PNLTM - 10$  dB. Este valor se compara con el valor de  $PNLT$  para el punto precedente. El punto relacionado con el valor más cercano a  $PNLTM - 10$  dB se determina como primer punto a menos de 10 dB. El incremento conexo se designa como  $k_F$ ; y
- b) Se determina el último valor de  $PNLT(k)$  mayor que  $PNLTM - 10$  dB. Este valor se compara con el valor del  $PNLT$  para el punto siguiente. El punto relacionado con el valor más cercano a  $PNLTM - 10$  dB se determina como último punto a menos de 10 dB. El incremento conexo se designa como  $k_L$ .

**Nota.—** En la Figura A2-2 se ilustra la selección del primer y el último puntos a menos de 10 dB,  $k_F$  y  $k_L$ .

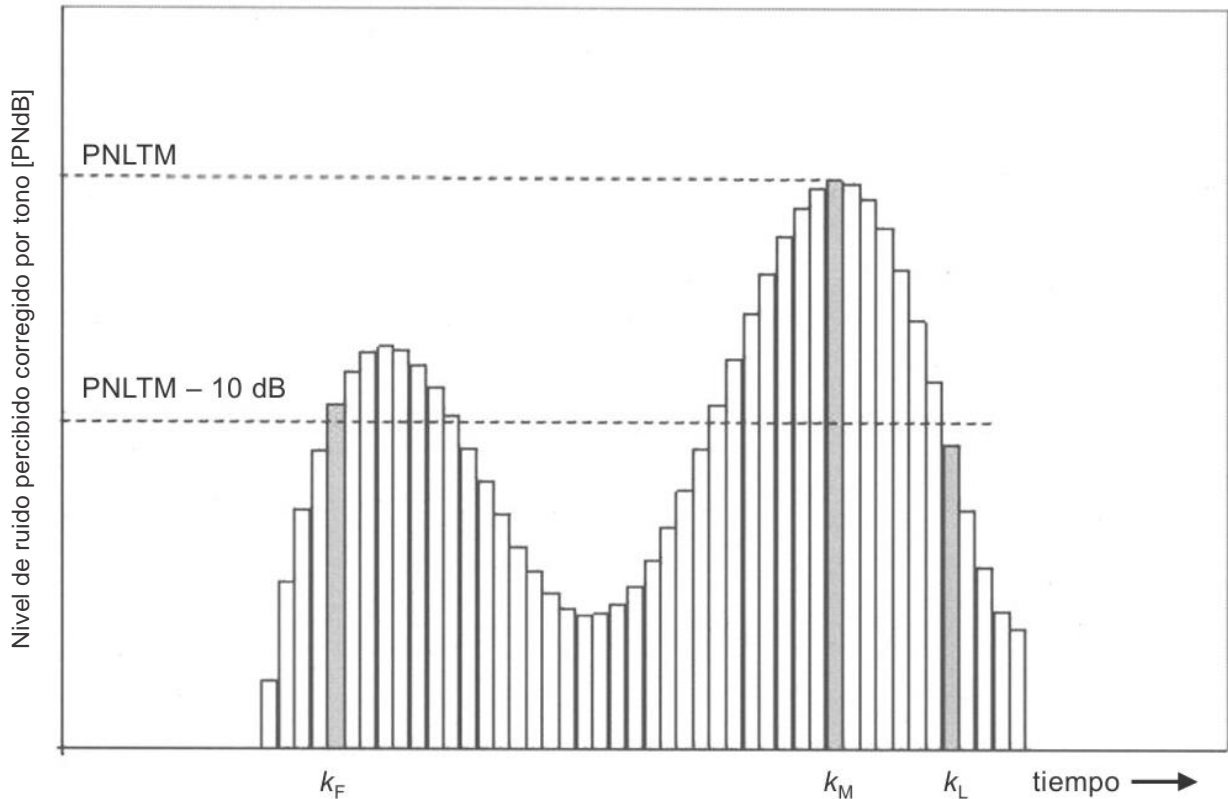
- 4.5.2** La duración del ruido expresada en segundos debe ser igual al número de valores  $PNLT(k)$  de  $k_F$  a  $k_L$  inclusive, multiplicado por 0,5.

- 4.5.3** El valor de  $PNLTM$  utilizado para determinar los puntos a menos de 10 dB debe incluir el ajuste para la compartición de banda,  $\Delta B$ , aplicando el método de la Sección 4.4.2.

**4.6 NIVEL EFECTIVO DE RUIDO PERCIBIDO**

**4.6.1** Si el nivel instantáneo del ruido percibido corregido por tono se expresa en términos de una función continua respecto del tiempo,  $PNLT(t)$ , entonces el nivel efectivo del ruido percibido, EPNL, se debe definir como el nivel, en EPNdB, de la integral en el tiempo de  $PNLT(t)$  a lo largo de la duración del suceso acústico, normalizado a una duración de referencia,  $t_0$ , de 10 segundos. La duración de suceso acústico está limitada por  $t_1$ , el instante en que  $PNLT(t)$  es por primera vez igual a  $PNLTM - 10$ , y  $t_2$ , el instante en que  $PNLT(t)$  es por última vez igual al  $PNLTM - 10$ .

$$EPNL = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 PNL T(t)} dt$$



**FIGURA A2-2. EJEMPLO DE HISTORIAL DE TIEMPO DE RUIDO EN SOBREVUELO**

En la práctica el PNL T no se expresa como función continua respecto del tiempo dado que se calcula a partir de valores discretos de  $PNLT(k)$  cada medio segundo. En este caso, la definición de trabajo básica para EPNL se obtiene sustituyendo la integral de la Sección 4.6.1 con la siguiente expresión de sumatoria:

$$EPNL = 10 \log \frac{1}{t_0} \sum_{k_F}^{k_L} 10^{0,1 PNL T(k)} \Delta t$$

Para  $t_0 = 10$  y  $\Delta t = 0,5$  esta expresión puede simplificarse como sigue:

$$EPNL = 10 \log \sum_{k_F}^{k_L} 10^{0,1 PNL T(k)} - 13$$

donde 13 dB es una constante que relaciona los valores de medio segundo de PNL T(k) con la duración de referencia de 10 segundos  $t_0$ :  $10 \log ( 0,5/10 ) = -13$ .

**Nota.-** La integral de tiempo mencionada en 4.6.1 tiene la siguiente expresión

$$EPNL = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 PNL T(t)} dt$$

**4.6.2** El valor de PNL TM utilizado para determinar el EPNL debe incluir el ajuste por compartición de banda,  $\Delta B$ , aplicando el método de la Sección 4.4.2.

#### 4.7 FORMULACIÓN MATEMÁTICA DE LAS TABLAS NOY

**Nota.-** 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. Los aspectos importantes de la formulación matemática son los siguientes:

- a) Las pendientes de las rectas [M(b), M(c), M(d) y M(e)];
- b) las intersecciones [SPL(b) y SPL(c)] de las rectas con el eje SPL; y
- c) las coordenadas de los puntos de discontinuidad, SPL(a) y  $\log n(a)$ ; SPL(d) y  $\log n = -1,0$ ; y SPL(e) y  $\log n = \log (0,3)$ .

**4.7.1** El valor de ruidosidad percibida n se debe calcular a partir del nivel de presión acústica instantánea de tercio de octava en la banda de frecuencia i, SPL(i), como sigue en las siguientes ecuaciones son:

a)  $SPL(i) \geq SPL(a)$

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

b)  $SPL(b) \leq SPL(i) < SPL(a)$

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

c)  $SPL(e) \leq SPL < SPL(b)$

$$n = 0,3 \text{ antilog} \{M(e) [SPL(i) - SPL(e)]\}$$

d)  $SPL(d) \leq SPL < SPL(e)$

$$n = 0,1 \text{ antilog} \{M(d) [SPL(i) - SPL(d)]\}$$

donde SPL(a), SPL(b), SPL(c), SPL(d), SPL(e), M(b), M(c), M(d), y M(e) se toman de la tabla A2-3 como función de la banda de frecuencia SPL i

#### 5. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LA DINAC

**5.1 GENERALIDADES**

- 5.1.1 Los datos que representan mediciones físicas o correcciones de datos medidos se deben registrar de manera permanente y se deben anexar al expediente.
- 5.1.2 Todas las correcciones deben ser aprobadas por la DINAC, en especial las correcciones de mediciones que se refieran a desviaciones en la actuación del equipo.
- 5.1.3 Se deben notificar, 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 deben presentar 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 debe notificar el tipo de equipo usado para medir y analizar los datos acústicos en relación con la performance y los datos meteorológicos.

BANDA (i)	BANDA ISO	f									
		Hz	SPL (a)	SPL (b)	SPL (c)	SPL (d)	SPL (e)	M (b)	M (c)	M (d)	M (e)
1	17	50	91,0	64	52	49	55	0,043478	0,030103	0,079520	0,058098
2	18	63	85,9	60	51	44	51	0,040570	0,030103	0,068160	0,058098
3	19	80	87,3	56	49	39	46	0,036831	0,030103	0,068160	0,052288
4	20	100	79,9	53	47	34	42	0,036831	0,030103	0,059640	0,047534
5	21	125	79,8	51	46	30	39	0,035336	0,030103	0,053013	0,043573
6	22	160	76,0	48	45	27	36	0,033333	0,030103	0,053013	0,043573
7	23	200	74,0	46	43	24	33	0,033333	0,030103	0,053013	0,040221
8	24	250	74,9	44	42	21	30	0,032051	0,030103	0,053013	0,037349
9	25	315	94,6	42	41	18	27	0,030675	0,030103	0,053013	0,034859
10	26	400	∞	40	40	16	25	0,030103	↑ NO ES APLICABLE ↓	0,053013	0,034859
11	27	500	∞	40	40	16	25	0,030103		0,053013	0,034859
12	28	630	∞	40	40	16	25	0,030103		0,034859	0,034859
13	29	800	∞	40	40	16	25	0,030103		0,034859	0,034859
14	30	1000	∞	40	40	16	25	0,030103		0,034859	0,034859
15	31	1250	∞	38	38	15	23	0,030103		0,059640	0,034859
16	32	1600	∞	34	34	12	21	0,029960		0,053013	0,040221
17	33	2000	∞	32	32	9	18	0,029960		0,053013	0,037349
18	34	2500	∞	30	30	5	15	0,029960		0,047712	0,034859
19	35	3150	∞	29	29	4	14	0,029960		0,047712	0,034859
20	36	4000	∞	29	29	5	14	0,029960		0,053013	0,034859
21	37	5000	∞	30	30	6	15	0,029960	0,053013	0,034859	
22	38	6300		31	31	10	17	0,029960	0,029960	0,068160	0,037349
23	39	8000	44,3	37	34	17	23	0,042285	0,029960	0,079520	0,037349
24	40	10000	50,7	41	37	21	29	0,042285	0,029960	0,059640	0,043573

**TABLA A2-3. CONSTANTES PARA LOS VALORES NOY EN LAS FÓRMULAS MATEMÁTICAS**

- 5.2.3 Se deben notificar 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 del viento y las direcciones del viento; y
- c) La presión atmosférica.

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

**5.2.5** Se debe proveer 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), si los hay, 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 del 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 la DINAC encargada de la homologación.



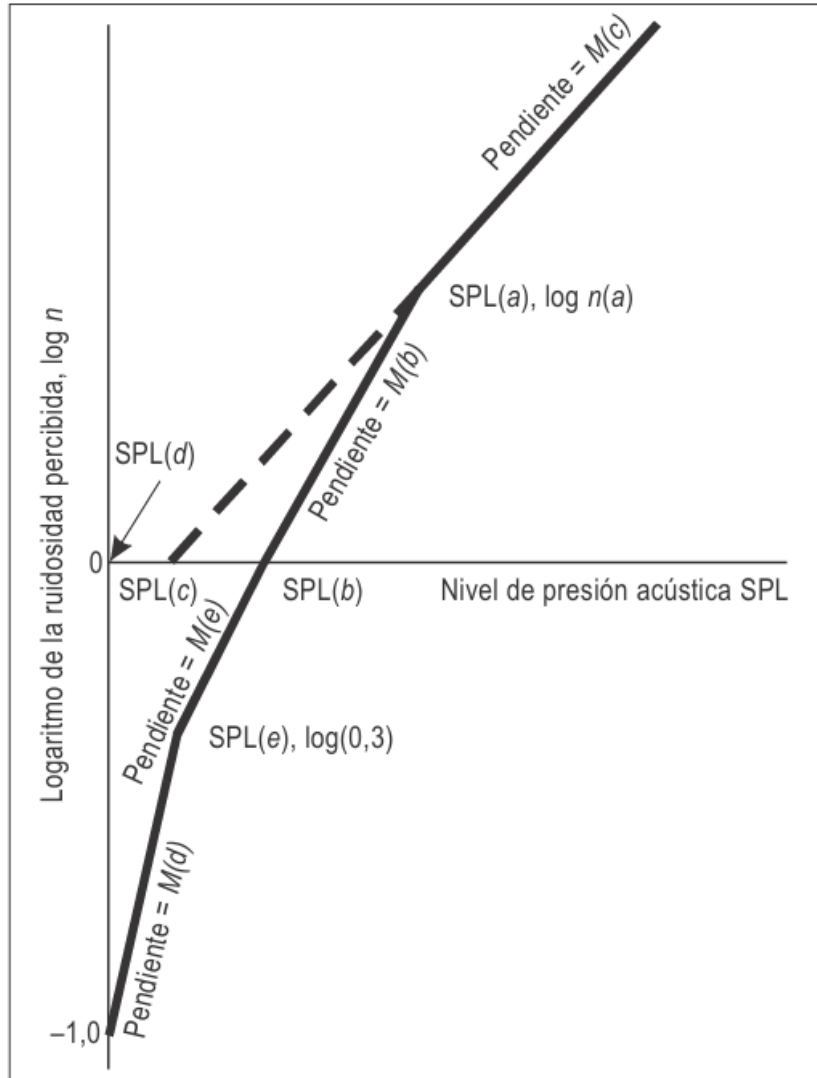


Figura A2-3. Ruidosidad percibida como función del nivel de presión acústica

### 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 deben ajustar 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 deben deducir y notificar 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.

**5.4.2** En el caso de los helicópteros, deben 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.

**5.4.3** 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.

**5.4.4** 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 debe ser seis. Las muestras deben ser lo suficientemente amplias como para establecer estadísticamente, para cada uno de los tres niveles medios de homologación acústica, un límite de confianza del 90% que no exceda de  $\pm 1,5$  EPNdB. Del proceso de premedicación no se debe omitir ningún resultado de ensayo, a menos que lo especifique de otro modo la DINAC.

*Nota.— En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc. 9501), Volumen I— Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves relativa al cálculo de intervalos de confianza se proporcionan métodos de cálculo del intervalo de confianza del 90%.*

**5.4.5** Los valores medios de EPNL, obtenidos mediante el proceso precedente, se debe usar para evaluar la performance de la aeronave en relación con el ruido, comparándolos con los criterios de homologación acústica.

## 6. RESERVADO

## 7. ATENUACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE

7.1 La atenuación atmosférica del sonido se debe determinar de conformidad con el procedimiento que se indica a continuación.

$$\alpha(i) = 10^{[2,05 \log(f_o/1000) + 1,1394 \times 10^{-3} T - 1,916984]} + \eta(\delta) \times 10^{[\log(f_o) + 8,42994 \times 10^{-3} T - 2,755624]}$$

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

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;

T es la temperatura en °C; y

RH es la humedad relativa expresada como porcentaje.

7.3 Las ecuaciones que figuran en 7.2 se prestan al cálculo con computadora.

$\delta$	$\eta(\delta)$	$\delta$	$\eta(\delta)$
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	0,60	7,00	0,200
2,00	0,570	10,00	0,200
2,30	0,495		

**TABLA A2-4. VALORES DE  $\eta(\delta)$**

<i>Frecuencia central de la banda de 1/3de octava</i>	$f_o(Hz)$	<i>Frecuencia central de la banda de 1/3de 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 A2-5. VALOR DE  $f_o$**

**8. AJUSTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN VUELO DE LAS AERONAVES**

**8.1 PERFILES DE VUELO Y GEOMETRÍA DEL RUIDO**

Los perfiles de vuelo en las condiciones de ensayo y en las condiciones de referencia se describen mediante su geometría con respecto al suelo, la correspondiente velocidad respecto al suelo de la aeronave, y en el caso de los aviones, los correspondientes parámetros de rendimiento acústico de los motores aplicados para determinar la emisión acústica del avión. En 8.1.1 se describen perfiles de vuelo de aeronave idealizados para aviones y en 8.1.2 se describen los perfiles de vuelo de aeronave idealizados para helicópteros.

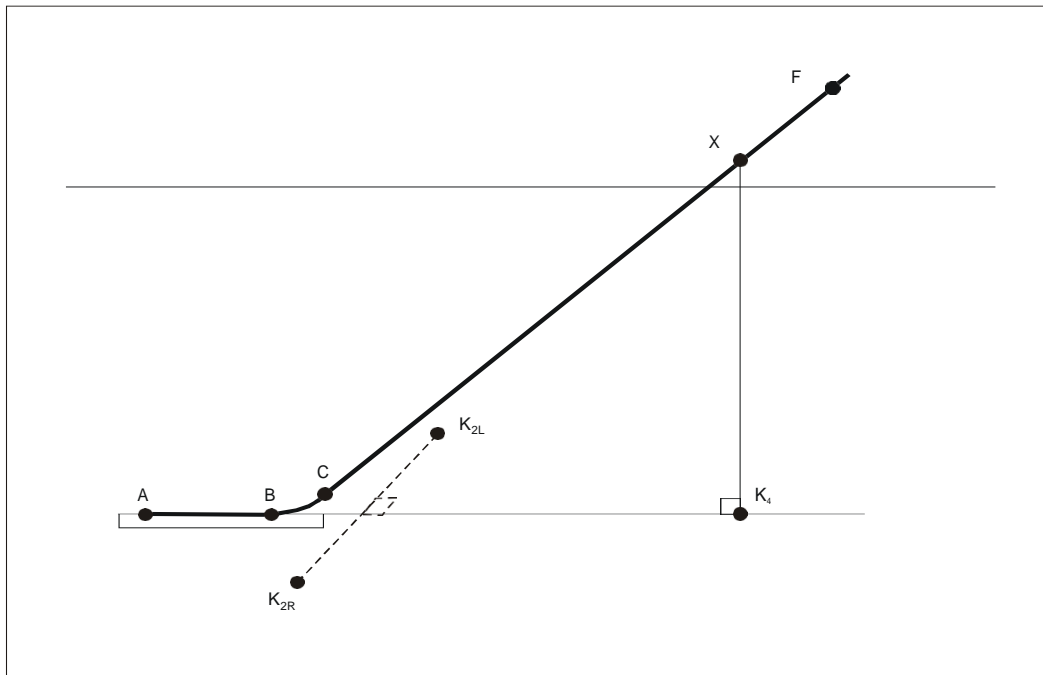
**Nota.**— La “trayectoria de vuelo de ruido” a que se hace referencia en 8.1.1 y 8.1.2 se define con arreglo al requisito de 2.3.2.

## 8.1.1 PERFILES DE VUELO DE AVIÓN

### 8.1.1.1 Características del perfil de referencia para ruido lateral con plena potencia

En la Figura A2-4 se ilustran las características de perfil para el procedimiento de despegue del avión correspondientes a las mediciones de ruido efectuadas en los puntos de medición del ruido lateral con plena potencia:

- El avión inicia el recorrido de despegue en el punto A y se separa del suelo en el punto B con plena potencia de despegue. El ángulo de ascenso aumenta entre los puntos B y C. A partir del punto C el ángulo de ascenso es constante hasta el punto F, final de la trayectoria de vuelo de ruido; y
- Los puntos  $K_{2L}$  y  $K_{2R}$  son los puntos de medición del ruido lateral izquierdo y derecho para aviones de reacción, emplazados en una línea paralela al eje de la pista y a la distancia especificada del eje de la pista, donde el nivel de ruido durante el despegue es mayor. El punto  $K_4$  es el punto de medición del ruido “lateral” con plena potencia para aviones propulsados por hélice emplazado en la prolongación del eje de la pista verticalmente debajo del punto de la trayectoria de vuelo de ascenso cuando el avión se encuentra a la altura especificada.



**FIGURA A2-4. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE RUIDO LATERAL CON PLENA POTENCIA DE REFERENCIA PARA AVIONES**

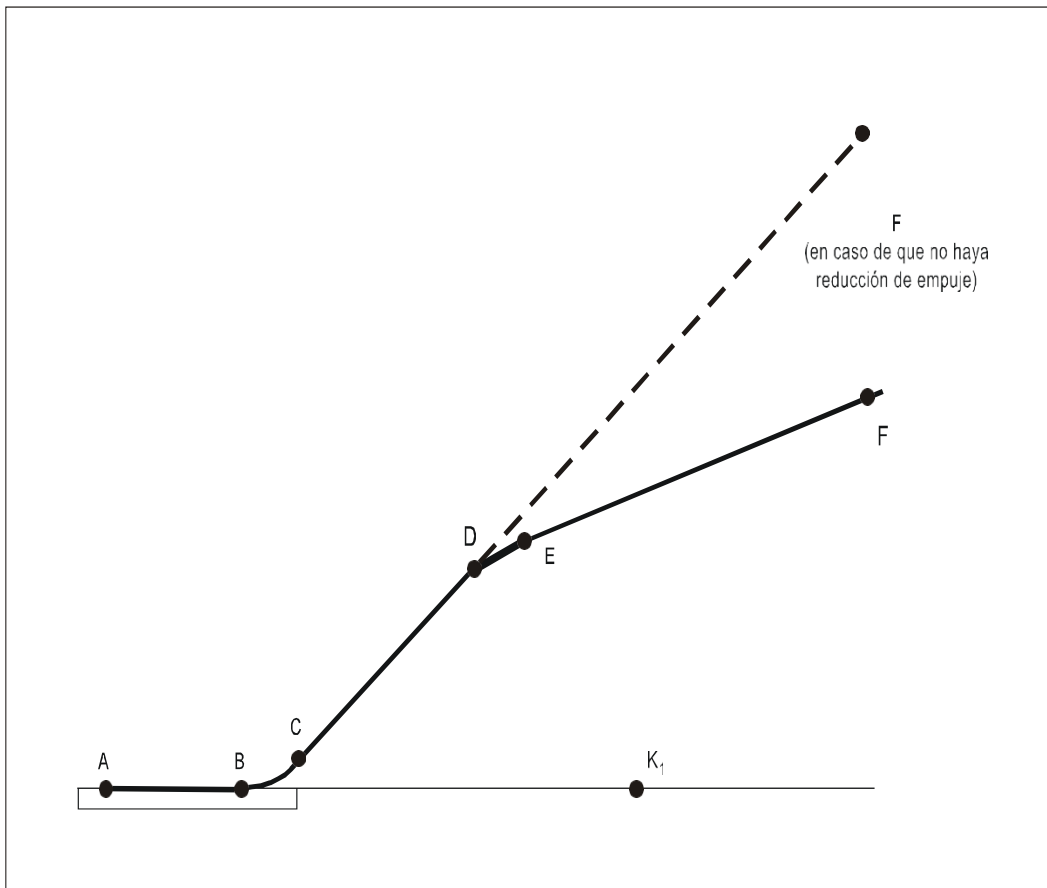
8.1.1.2 Características del perfil de sobrevuelo de referencia

En la Figura A2-5 se ilustran las características del perfil para el procedimiento de despegue del avión correspondientes a las mediciones del ruido efectuadas en el punto de medición del ruido de sobrevuelo:

- a) El avión inicia el recorrido de despegue en el punto A y se separa del suelo en el punto B con plena potencia de despegue. El ángulo de ascenso aumenta entre los puntos B y C. A partir del punto C el ángulo de ascenso es constante hasta el punto D en que se inicia la reducción de empuje (o potencia). En el punto E el empuje (o potencia) y el ángulo de ascenso se estabilizan una vez más y el avión continúa ascendiendo según un ángulo constante hasta el punto F, final de la trayectoria de vuelo de ruido; y

**Nota.—** El perfil de sobrevuelo puede volarse sin reducción de empuje (potencia) en cuyo caso el punto C se prolongará a través del punto D según un ángulo de ascenso constante.

- b) El punto  $K_1$  es el punto de medición del ruido de sobrevuelo y  $AK_1$  es la distancia especificada a partir del inicio del recorrido hasta el punto de medición del ruido de sobrevuelo.



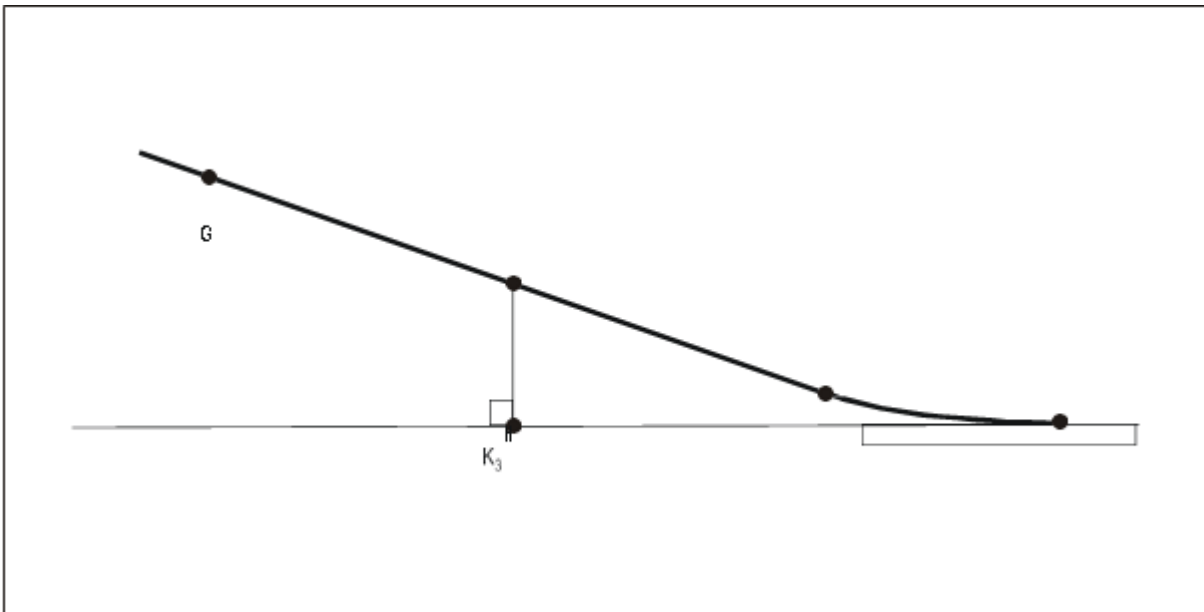
**FIGURA A2-5. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE SOBREVUELO DE REFERENCIA PARA AVIONES**

**8.1.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE APROXIMACIÓN DE REFERENCIA**

En la Figura A2-6 se ilustran las características del perfil para el procedimiento de aproximación del avión correspondientes a las mediciones de ruido efectuadas en el punto de medición del ruido de aproximación:

- a) El avión se estabiliza inicialmente en la pendiente de planeo especificada en el punto G y continúa a través del punto H y del punto I, hasta la toma de contacto en la pista en el punto J; y
- b) El punto  $K_3$  es el punto de medición del ruido de aproximación y  $K_3O$  es la distancia especificada a partir del punto de medición del ruido de aproximación hasta el umbral de la pista.

**Nota.-** Para las mediciones durante la aproximación, el punto de referencia del avión SER la antena del ILS.



**FIGURA A2-6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE APROXIMACIÓN DE REFERENCIA PARA AVIONES**

## 8.1.2 PERFILES DE VUELO DE HELICÓPTEROS

### 8.1.2.1 Características del perfil de despegue de referencia

En la Figura A2-7 se ilustran las características del perfil para el procedimiento de despegue de los helicópteros correspondientes a las mediciones de ruido efectuadas en el punto de medición de ruido de despegue:

- El helicóptero se estabiliza inicialmente en vuelo horizontal en el Punto A al régimen óptimo de ascenso  $V_Y$ . El helicóptero continúa hasta el punto B donde se aplica la potencia de despegue y se inicia el ascenso en régimen estabilizado. Se mantendrá el ascenso en régimen estabilizado a través del punto X y más allá hasta el punto F, final de la trayectoria de vuelo de ruido; y
- El punto  $K_1$  es el punto de medición del ruido de despegue y  $NK_1$  es la distancia especificada entre el inicio del ascenso en régimen estabilizado y el punto de medición del ruido de despegue de referencia. Los puntos  $K_1'$  y  $K_1''$  son puntos conexos de medición del ruido situados en la línea  $K_1'K_1''$  a través de  $K_1$  perpendicularmente a la derrota de despegue  $TM$  y a la distancia especificada a cada lado de  $K_1$ .

**Nota.**— En la práctica, el punto en el que se aplica la potencia de despegue estará a cierta distancia antes del punto B a fin de tener tiempo suficiente para la transición a la condición de ascenso.

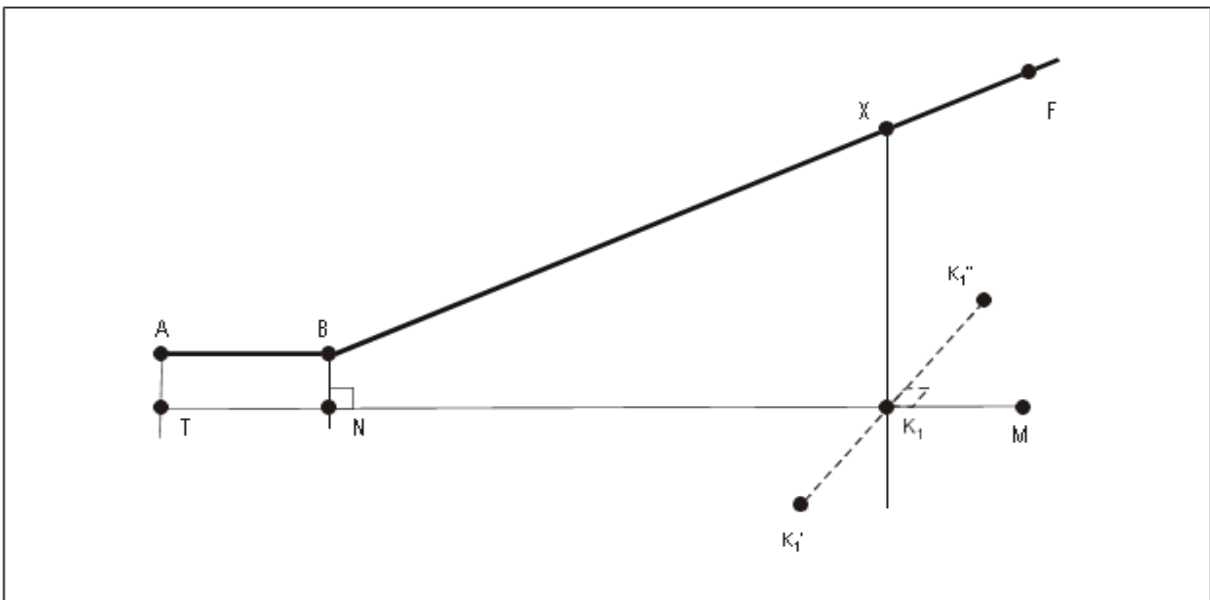
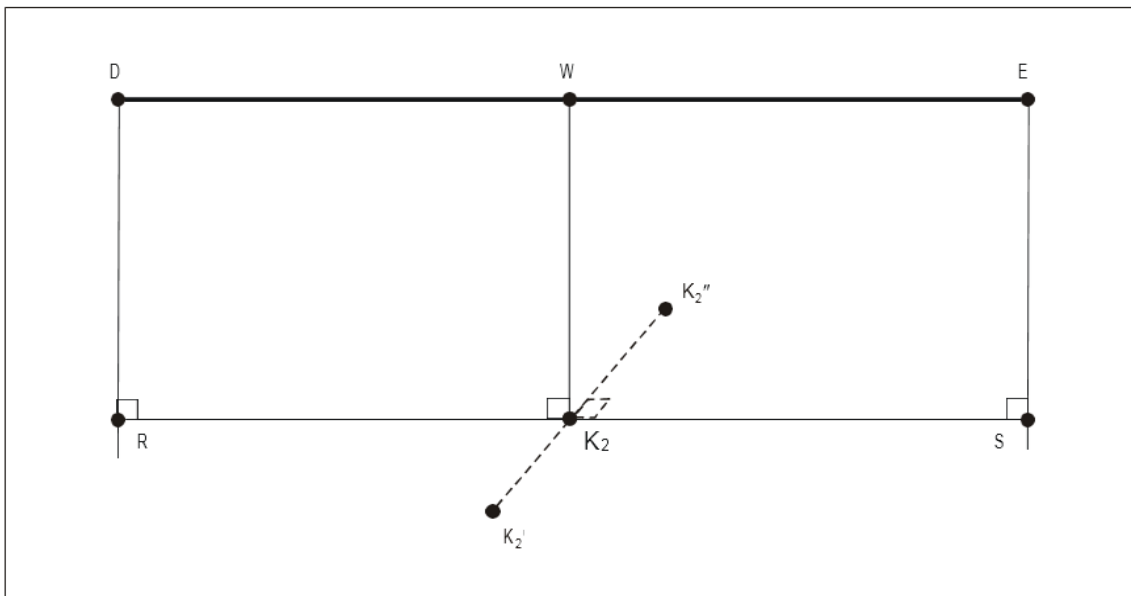


FIGURA A2-7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE DESPEGUE DE REFERENCIA PARA HELICÓPTEROS

### 8.1.2.2 Características del perfil de sobrevuelo de referencia

En la Figura A2-8 se ilustran las características del perfil para el procedimiento de sobrevuelo de helicópteros correspondiente a las mediciones del ruido efectuadas en los puntos de medición del ruido 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 medición del ruido de sobrevuelo  $K_2$ , hasta el punto E, final de la trayectoria de vuelo de ruido; y
- b) El punto  $K_2$  es el punto de medición del ruido de sobrevuelo y  $K_2W$  es la altura especificada del helicóptero en la vertical del punto de medición del ruido de sobrevuelo. Los puntos  $K_2'$  y  $K_2''$  son los puntos de medición del ruido asociados emplazados en una línea  $K_2'K_2''$  a través de  $K_2$  perpendicularmente a la derrota de sobrevuelo RS y a la distancia especificada a cada lado de  $K_2$



**FIGURA A2-8. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE SOBREVUELO DE REFERENCIA PARA HELICÓPTEROS**



### 8.1.2.3 Características del perfil de aproximación de referencia

En la Figura A2-9 se ilustran las características del perfil para el procedimiento de aproximación de helicópteros correspondientes a las mediciones del ruido efectuadas en los puntos de medición del ruido de aproximación:

- el helicóptero se estabiliza inicialmente en la pendiente de planeo especificada en el punto G y continúa a través de los puntos H e I, para llegar finalmente al punto de toma de contacto J; y
- el punto  $K_3$  es el punto de medición del ruido de aproximación y  $K_3H$  es la altura especificada del helicóptero en la vertical del punto de medición del ruido de aproximación. Los puntos  $K_3'$  y  $K_3''$  son puntos de medición del ruido conexos emplazados en una línea  $K_3'K_3''$  perpendicularmente a la derrota de aproximación PU y a la distancia especificada a cada lado de  $K_3$ .

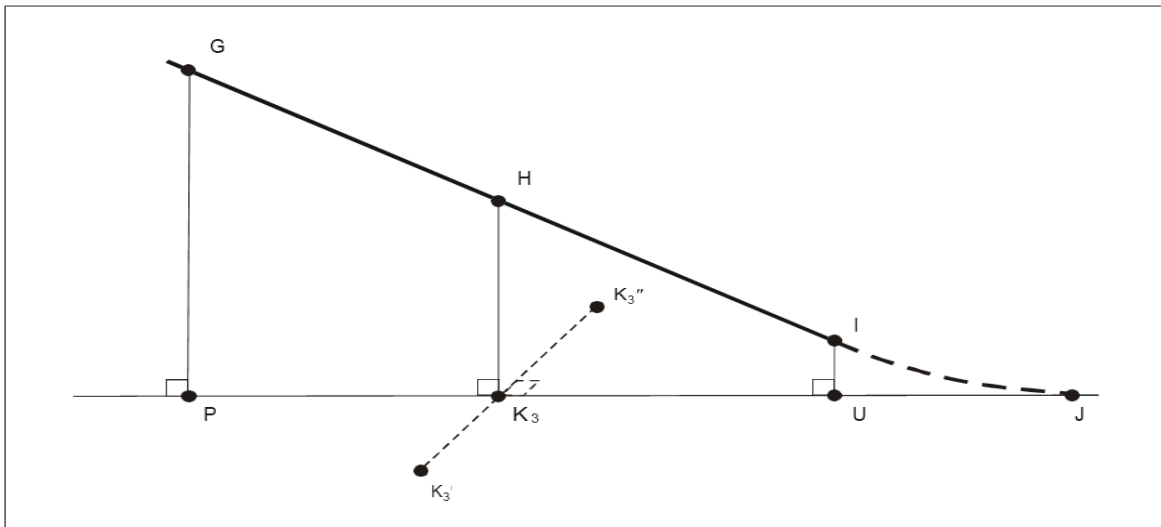


FIGURA A2-9. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DE APROXIMACIÓN DE REFERENCIA PARA HELICÓPTEROS

### 8.1.3 Ajuste de los niveles de ruido medidos a partir de los perfiles medido y de referencia en el cálculo del EPNL.

**Nota.**— La “parte útil de la trayectoria de vuelo medida” a que se hace referencia en esta sección se define con arreglo a los requisitos de 2.3.2.

- #### 8.1.3.1
- Para el caso de un micrófono emplazado por debajo de la trayectoria de vuelo, las partes de la trayectoria de vuelo de ensayo y de la trayectoria de vuelo de referencia que son pertinentes para el ajuste de los niveles de vuelo medidos a partir del perfil medido al perfil de referencia en el cálculo de EPNL se ilustran en la Figura A2-10, donde:

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida [Figura A2-10 a)], y  $X_r Y_r$  la de la trayectoria de vuelo de referencia correspondiente [Figura A2-10 b)]; y
- b) K es el punto de medición del ruido real y  $K_r$  es el punto de medición del ruido de referencia. Q representa la posición de la aeronave en la trayectoria de vuelo medida en la que se emitió el ruido y se observó como PNLTM en el punto K. El ángulo entre QK y la dirección de vuelo a lo largo de la trayectoria de vuelo medida es  $\theta$ , ángulo de emisión de sonido.  $Q_r$  es el punto correspondiente en la trayectoria de vuelo de referencia donde el ángulo entre  $Q_r K_r$  es también  $\theta$ . QK y  $Q_r K_r$  son las trayectorias de propagación del sonido de medición y del de referencia, respectivamente.

**Nota.—** Esta situación se aplicará en el caso de los aviones para las mediciones del ruido en el sobrevuelo y la aproximación y, solamente para los aviones propulsados por hélice, para las mediciones del ruido lateral con plena potencia y, en el caso de los helicópteros, para las mediciones del ruido de despegue, sobrevuelo y aproximación para el micrófono central solamente.

### 8.1.3.2

En el caso de un micrófono desplazado lateralmente a un lado de la trayectoria de vuelo, las partes de la trayectoria de vuelo de ensayo y de la trayectoria de vuelo de referencia que son pertinentes para el ajuste de los niveles de ruido medidos a partir del perfil medido al perfil de referencia en el cálculo de EPNL se ilustran en la Figura A2-11, donde:

- a) XY representa la parte útil de la trayectoria de vuelo medida [Figura A2-11 a)], y  $X_r Y_r$  la de la trayectoria de vuelo de referencia correspondiente [Figura A2-11 b)]; y
- b) K es el punto de medición del ruido real y  $K_r$  el punto de medición del ruido de referencia. Q representa la posición de la aeronave en la trayectoria de vuelo medida en la que se emitió el ruido y se observó como PNLTM en el punto K. El ángulo entre QK y la dirección de vuelo a lo largo de la trayectoria de vuelo medida es  $\theta$ , ángulo de emisión de sonido. El ángulo entre QK y el suelo es  $\psi$ , ángulo de elevación.  $Q_r$  es el punto correspondiente en la trayectoria de vuelo de referencia donde el ángulo entre  $Q_r K_r$  y la dirección de vuelo a lo largo de la trayectoria de vuelo de referencia es también  $\theta$ , y el ángulo entre  $Q_r K_r$  y el suelo es  $\psi_R$ . donde en el caso de los aviones se minimiza la diferencia entre  $\psi$  y  $\psi_R$ .

**Nota.—** Esta situación se aplicará en el caso de los aviones de reacción para las mediciones del ruido lateral con plena potencia y, en el caso de los helicópteros, para las mediciones del ruido de despegue, sobrevuelo y aproximación solamente para los dos micrófonos desplazados lateralmente.

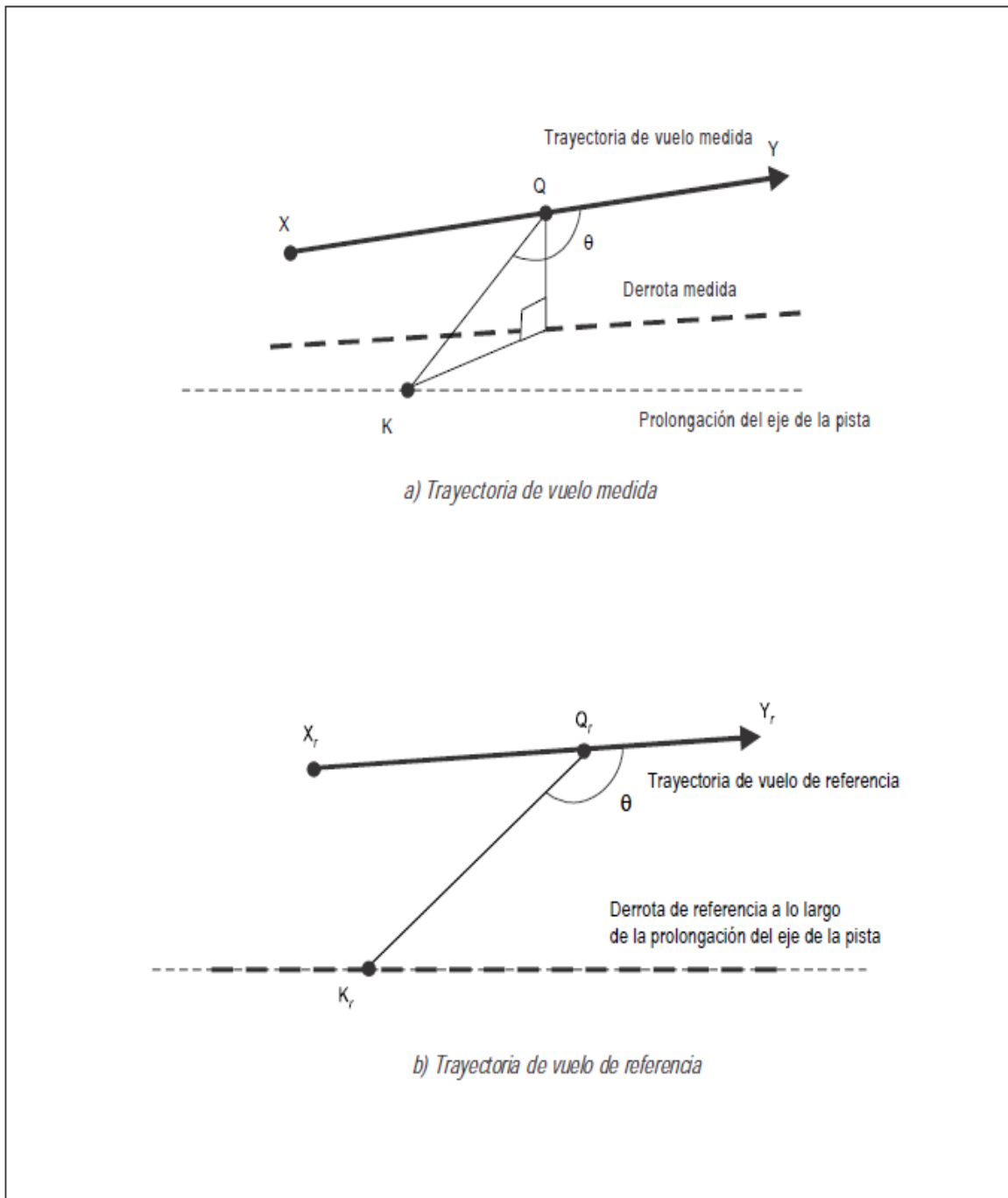
### 8.1.3.3

En ambas situaciones, el ángulo de emisión de sonido  $\theta$  se debe establecer utilizando geometría tridimensional.

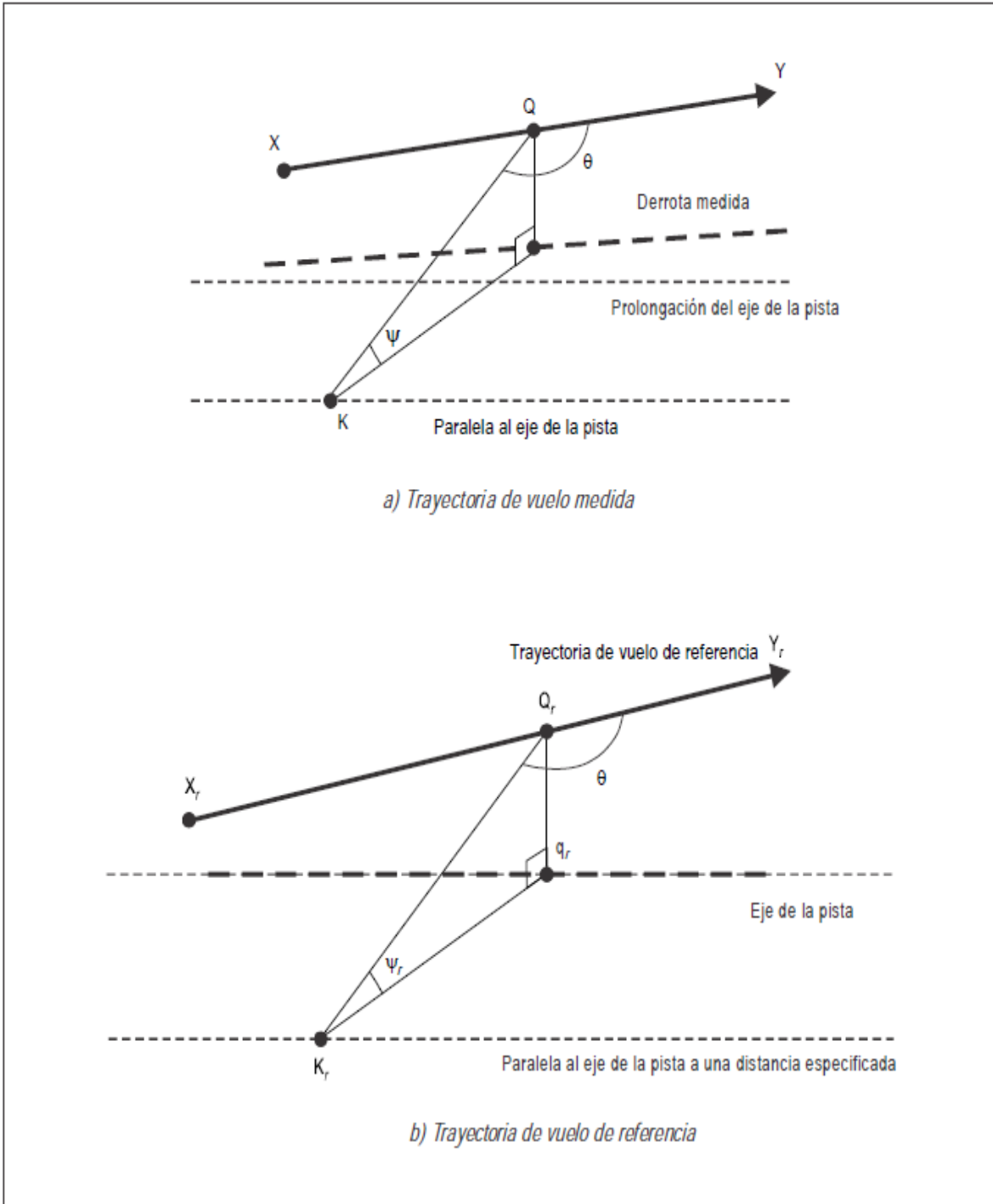
**Nota 1.-** En el caso de las mediciones de ruido lateral con plena potencia de aviones de reacción, la medida en que las diferencias entre  $\psi$  y  $\psi_R$  pueden minimizarse depende de las restricciones geométricas impuestas por la necesidad de mantener el micrófono de referencia en una línea paralela a la prolongación del eje de la pista.

**Nota 2.-** En el caso de las mediciones para helicópteros no hay requisito de minimizar la diferencia entre  $\psi$  y  $\psi_R$ . No obstante, estos ángulos se determinarán y notificarán.

**8.1.3.4** La derrota de referencia se define como la proyección vertical de la trayectoria de vuelo sobre el suelo.



**FIGURA A2-10. CARACTERÍSTICAS DE PERFIL QUE INFLUYEN EN EL NIVEL ACÚSTICO PARA MICRÓFONOS EMPLAZADOS DEBAJO DE LA TRAYECTORIA DE VUELO**



**FIGURA A2-11. CARACTERÍSTICAS DE PERFIL QUE INFLUYEN EN EL NIVEL ACÚSTICO PARA MICRÓFONOS DESPLAZADOS LATERALMENTE****8.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE AJUSTE**

**8.2.1** Se debe efectuar ajustes de los valores de ruido medidos para los siguientes casos:

- a) Trayectoria de vuelo del avión y velocidad relativa al micrófono;
- b) Atenuación del sonido en el aire; y
- c) Ruido en la fuente.

**8.2.2** Para los helicópteros, se debe utilizar el método simplificado descrito en 8.3.

*Nota.— La DINAC puede aprobar el método integrado como equivalente al método simplificado.*

**8.2.3** Para los aviones, se debe utilizar ya sea el método simplificado descrito en 8.3, o el método integrado, descrito en 8.4, para las condiciones de ruido lateral, de sobrevuelo y de aproximación. El método integrado se debe utilizar cuando:

- a) Para el sobrevuelo, el valor absoluto de la diferencia entre el valor de  $EPNL_R$ , cuando se calcula con arreglo al método simplificado de 8.3, y el valor medido de EPNL calculado con arreglo al procedimiento descrito en 4.1.3 es mayor que 8 EPNdB;
- b) Para la aproximación, el valor absoluto de la diferencia entre el valor de  $EPNL_R$ , cuando se calcula con arreglo al método simplificado descrito en 8.3, y el valor medido de EPNL calculado con arreglo al procedimiento descrito en 4.1.3 es mayor que 4 EPNdB; o
- c) Para el sobrevuelo o la aproximación, el valor de  $EPNL_R$ , cuando se calcula con arreglo al método simplificado descrito en 8.3, es mayor que los niveles máximos de ruido prescritos en 3.4 de la Parte II, Capítulo 3, menos 1 EPNdB.

*Nota.— En la Parte II, Capítulo 3, 3.7.6, se especifican limitaciones relativas a la validez de los datos de ensayo basadas en la medida en que  $EPNL_R$  difiere de EPNL, y también en la proximidad de los valores finales de  $EPNL_R$  respecto de los niveles máximos de ruido permitidos, independientemente del método utilizado para el ajuste.*

**8.3 MÉTODO SIMPLIFICADO DE AJUSTE****8.3.1 GENERALIDADES**

**8.3.1.1** El método simplificado de ajuste consiste en determinar y aplicar ajustes al EPNL calculado a base de los datos medidos para tener en cuenta las diferencias entre las condiciones medidas y de referencia en el momento del PNLTM.

Los términos del ajuste son:

- a)  $\Delta 1$  — ajuste por diferencias en el espectro PNLTM en condiciones de ensayo y de referencia (véase 8.3.2);
- b)  $\Delta_{\text{cresta}}$  — ajuste para cuando el PNLT correspondiente a una cresta secundaria, identificado en el cálculo de EPNL a partir de datos medidos y ajustados respecto a las condiciones de referencia, es mayor que el PNLT para el espectro PNLTM ajustado (véase 8.3.3);
- c)  $\Delta 2$  — ajuste por la diferencia en la duración del ruido, teniendo en cuenta las diferencias entre las condiciones de ensayo y de referencia de la velocidad y posición de la aeronave con respecto al micrófono (véase 8.3.4); y
- d)  $\Delta 3$  — ajuste por diferencias en los mecanismos de generación de ruido en la fuente (véase 8.3.5).

**8.3.1.2** Las coordenadas de (tiempo. X. Y y Z) del punto de referencia relacionado con la emisión de PNLTM<sub>R</sub> se debe determinar de modo que el ángulo  $\theta$  de emisión de sonido de la trayectoria de vuelo de referencia, relativo al micrófono de referencia, tiene el mismo valor que el ángulo de emisión de sonido en el punto de los datos medidos relacionados con PNLTM.

**8.3.1.3** Los términos de ajuste descritos en 8.3.2 a 8.3.5 se aplican al EPNL calculado a partir de los datos medidos para obtener el nivel efectivo de ruido percibido, EPNL<sub>R</sub> en la condición de referencia simplificada, según se describe en 8.3.6.

**8.3.1.4** Toda asimetría en el ruido lateral se debe tener en cuenta para determinar EPNL según se describe en 8.3.7.

## **8.3.2 AJUSTES AL ESPECTRO EN PNLTM**

**8.3.2.1** Los niveles de bandas de tercio de octava SPL(*i*) utilizados para construir el PNL(*k<sub>M</sub>*) (PNL en el momento de PNLTM observado en el punto de medición K) se ajustarán a los niveles de referencia SPL<sub>R</sub>(*i*) del modo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{SPL}_R(i) = & \text{SPL}(i) + \Delta A(i) \\ & - \Delta A_R(i) \\ & + 20 \cdot \log(QK/Q,K_r) \end{aligned}$$

En esta expresión:

- El término SPL<sub>R</sub>(*i*) es el nivel de presión acústica calculado para la condición de referencia en la banda *i* de tercio de octava en el momento de PNLTM;
- El término SPL(*i*) es el nivel de presión acústica del día de ensayo en la banda *i* de tercio de octava en el momento de PNLTM;
- El término  $\Delta A(i)$  es el ajuste total por absorción atmosférica del día de ensayo en dB en la banda *i* en el momento de PNLTM para tener en cuenta la distancia QK de propagación del sonido el día de ensayo;

- El término  $\Delta_{AR}(i)$  es el ajuste total por absorción atmosférica de la condición de referencia en dB en la banda  $i$  en el momento de PNLTM para tener en cuenta la distancia  $Q_R K_R$  de propagación del sonido de referencia;
- El término  $20 \log(QK/Q_R K_R)$  es un ajuste para tener en cuenta el efecto del cambio en la longitud de la trayectoria de propagación del sonido debido a la expansión esférica (también conocida como ley de la “inversa de los cuadrados”);
- $QK$  y  $Q_R K_R$  son distancias en metros

**Nota.-** En las Figuras A2-10 y A2-11 se presenta la identificación de posiciones y distancias a las que se hizo referencia en este párrafo.

**8.3.2.2** Los valores corregidos de  $SPL_R(i)$  obtenidos en 8.3.2.1 se debe utilizar para calcular un valor PNLT de referencia,  $PNLTM_R(k_M)$ , según se describió en 4.2 y 4.3 de este apéndice. El valor del ajuste por compartición de banda,  $\Delta_B$ . Calculado para el PNLTM del día de ensayo mediante el método de 4.4.2, se agregará a este valor  $PNLTM_R(k_M)$  para obtener el PNLTM<sub>R</sub> de condición de referencia:

$$PNLTM_R = PNLTM_R(k_M) + \Delta_B$$

Luego se calcula un término de ajuste,  $\Delta_1$ . como sigue:

$$\Delta_1 = PNLTM_R - PNLTM$$

**8.3.2.3**  $\Delta_1$  se debe sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos según se describe en 8.3.6.

### 8.3.3 AJUSTES POR CRESTAS SECUNDARIAS

**8.3.3.1** Durante un vuelo de ensayo todo valor de PNLT que se encuentre dentro de 2 dB del PNLTM se define como “cresta secundaria”. Los niveles de la banda de un tercio de octava para cada “cresta secundaria” se deben ajustar a las condiciones de referencia con arreglo al procedimiento definido en 8.3.2.1. Los valores de  $PNLTM_R$  corregidos se calcularán para cada “cresta secundaria” según se describe en 4.2 y 4.3 de este apéndice. Si algún valor de cresta ajustado de  $PNLTM_R$  excede del valor de  $PNLTM_R$ , se debe aplicar un ajuste  $\Delta_{cresta}$ .

**8.3.3.2**  $\Delta_{cresta}$ , se debe calcular como sigue:

$$\Delta_{cresta} = PNLTM_R(k_{M2}) - PNLTM_R$$

donde  $PNLTM_R(k_{M2})$  es el valor de PNLT de condición de referencia de la mayor de las crestas secundarias; y  $PNLTM_R$  es el valor PNLT de condición de referencia en el instante del PNLTM<sub>R</sub>.

**8.3.3.3**  $\Delta_{cresta}$  se debe sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos como se describe en 8.3.6.

### 8.3.4 AJUSTES POR LOS EFECTOS DE LA DURACIÓN DEL RUIDO

**8.3.4.1** 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, se deben aplicar ajustes por la duración del ruido como sigue.

- 8.3.4.2** Con referencia a la trayectoria de vuelo de las Figuras A2-10 y A2-11, el término  $\Delta_2$  de ajuste se debe calcular a partir de los datos medidos como sigue:

$$\Delta_2 = -7,5 \log (QK/Q,K_r) + 10 \log (V_G/V_{GR})$$

donde:

$V_G$  es la velocidad respecto del suelo de ensayo (componente horizontal de la velocidad aerodinámica de ensayo); y

$V_{GR}$  es la velocidad respecto al suelo de referencia (componente horizontal de la velocidad aerodinámica de referencia).

**Nota.—** Los factores,  $-7,5$  y  $10$ , se han determinado empíricamente a partir de una población de muestras representativas de aviones y helicópteros homologados. Los factores tienen en cuenta los efectos de los cambios de la duración del ruido en el EPNL debido a la distancia y a la velocidad, respectivamente.

- 8.3.4.3**  $\Delta_2$  se debe sumar algebraicamente al EPNL calculado a partir de los datos medidos según se describe en 8.3.6.

## **8.3.5 AJUSTES DEL RUIDO EN LA FUENTE**

- 8.3.5.1** Se debe aplicar el ajuste del ruido en la fuente para tener en cuenta las diferencias entre los mecanismos de generación de ruido en la fuente en condiciones de ensayo y de referencia. Para estos fines, se determina el efecto sobre el ruido en la fuente de propulsión de la aeronave de 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 del Capítulo 3, 3.6.1.5. Dichos parámetros operacionales pueden incluir, para los aviones de reacción, el parámetro  $\mu$  de rendimiento acústico del motor (típicamente velocidad normalizada de la soplante a baja presión, empuje de motor normalizado o relación de presión del motor), para los aviones propulsados a hélice la potencia del eje y el número de Mach del extremo de la pala de la hélice y para helicópteros, solamente durante el sobrevuelo, el número de Mach del extremo de la pala del rotor que avanza. El ajuste se debe determinar a partir de datos del fabricante aprobados por la DINAC.

- 8.3.5.2** Para los aviones, el término de ajuste  $\Delta_3$  se debe determinar normalmente a partir de curvas de sensibilidad de EPNL respecto de los parámetros operacionales de propulsión a que se hizo referencia en 8.3.5.1. Esto se obtiene substrayendo el valor EPNL correspondiente al valor medido del parámetro correlativo del valor EPNL correspondiente al valor de referencia del parámetro correlativo. El término de ajuste  $\Delta_3$  se debe sumar algebraicamente al valor EPNL calculado a partir de los datos medidos (véase 8.3.6).

**Nota.—** Se representan datos característicos para los aviones de reacción en la Figura A2-12 que muestra una curva del EPNL en función del parámetro  $\mu$  de rendimiento acústico del motor. Los datos EPNL se han ajustado a todas las demás condiciones de referencia pertinentes (masa, velocidad, altitud del avión y temperatura del aire) y, en cada valor de  $\mu$ , para tener en cuenta las diferencias de ruido entre el motor instalado y el motor según las normas del manual de vuelo.



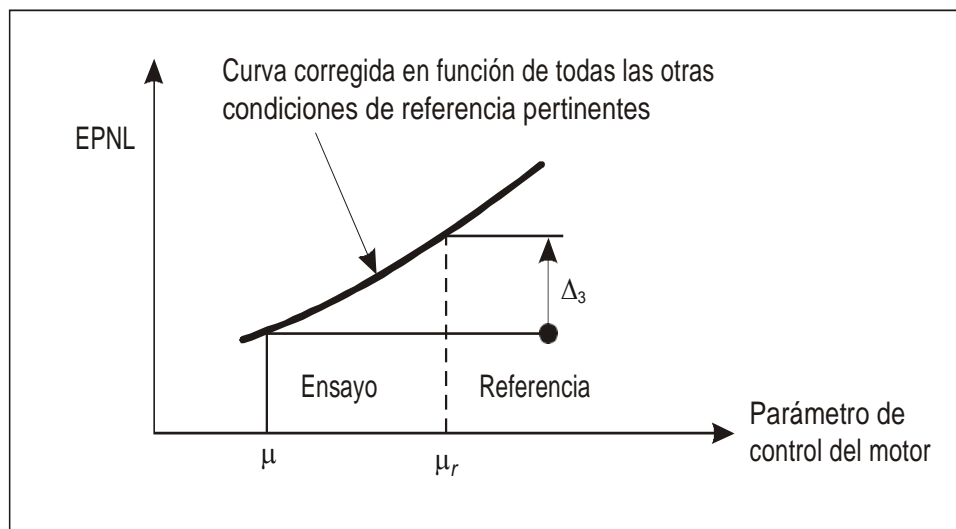
**8.3.5.3** Para los aviones de reacción, los datos de ruido adquiridos de mediciones realizadas en lugares de ensayo a 366 m (1 200 ft) o más, sobre el nivel medio del mar (MSL) se deben ajustar, además, para los efectos del ruido en la fuente de los reactores.

**Nota.—** En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc. 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves *relativa a los ajustes de los datos de ruido para ensayos a altitudes elevadas figura un procedimiento para determinar y aplicar el ajuste por los efectos del ruido en la fuente de los reactores.*

**8.3.5.4** Para los aviones de reacción, cuando las velocidades aerodinámicas verdaderas de ensayo y de referencia difieren en más de 28 km/h (15 kt), se debe tener en cuenta el efecto de la diferencia de la velocidad aerodinámica en las fuentes de ruido de los componentes de los motores y el efecto consecuente de los niveles de ruido de homologación. La DINAC debe aprobar los datos de ensayos o los procedimientos de análisis utilizados para cuantificar este efecto.

**8.3.5.5** Para el sobrevuelo de helicópteros, si alguna combinación de los siguientes tres factores resulta en una desviación del valor medido de un parámetro de ruido correlativo convenido con respecto al valor de referencia de dicho parámetro, entonces se debe determinar ajustes por ruido en la fuente a partir de datos del fabricante aprobados por la DINAC:

- a) Desviaciones de la velocidad aerodinámica respecto de la referencia;
- b) Desviaciones de la velocidad del rotor respecto de la referencia; y/o
- c) Desviaciones de temperatura respecto de la referencia.



**FIGURA A2-12. AJUSTE DEL RUIDO EN LA FUENTE**

Este ajuste se debe efectuar normalmente aplicando una curva de sensibilidad de PNLTM<sub>R</sub> con respecto al número de Mach del extremo de la pala que avanza. El ajuste puede efectuarse utilizando un parámetro (o parámetros) alternativo aprobado por la DINAC.

**Nota 1.**— Si no es posible durante los ensayos de medición del ruido lograr el valor de referencia del número de Mach del extremo de la pala que avanza o el parámetro correlativo de ruido de referencia convenido, entonces se permite una extrapolación de la curva de sensibilidad siempre que los datos abarquen una gama de valores adecuada, aprobada por la DINAC de certificación, del parámetro correlativo del ruido. El número de Mach del extremo de la pala que avanza, o el parámetro correlativo del ruido convenido, se calcularán a partir de los datos medidos. Se obtendrán curvas separadas de PNLTMR respecto del número de Mach del extremo de la pala que avanza, u otro parámetro correlativo del ruido convenido, para cada uno de los tres lugares de emplazamiento de los micrófonos de homologación, eje, lado izquierdo y lado derecho, definidos con relación al sentido del vuelo en cada ensayo.

**8.3.5.6** Cuando se utilice el número de Mach del extremo de la pala que avanza se debe calcular utilizando la velocidad aerodinámica verdadera, la temperatura del aire exterior (OAT) indicada a bordo y la velocidad del rotor.

**8.3.5.7** Para los helicópteros, el término de ajuste  $\Delta_3$ , obtenido según 8.3.5.5, se debe sumar algebraicamente al valor EPNL calculado a partir de los datos medidos según se describe en 8.3.6.

### **8.3.6 APLICACIÓN DE LOS TÉRMINOS DE AJUSTE PARA EL MÉTODO SIMPLIFICADO**

Cuando se use el método simplificado de ajuste, el EPNL para condiciones de referencia, EPNL<sub>R</sub>, se debe determinar sumando los términos de ajuste identificados en 8.3.2 a 8.3.5 del EPNL calculado a partir de condiciones de medición como sigue:

$$\text{EPNL}_R = \text{EPNL} + \Delta_1 + \Delta_{\text{cresta}} + \Delta_2 + \Delta_3$$

### **8.3.7 ASIMETRÍA DEL RUIDO LATERAL**

Para determinar el nivel de ruido lateral de los aviones de reacción, se debe llevar a cabo un ajuste de asimetría (véase el Capítulo 3, 3.3.2.2) del siguiente modo:

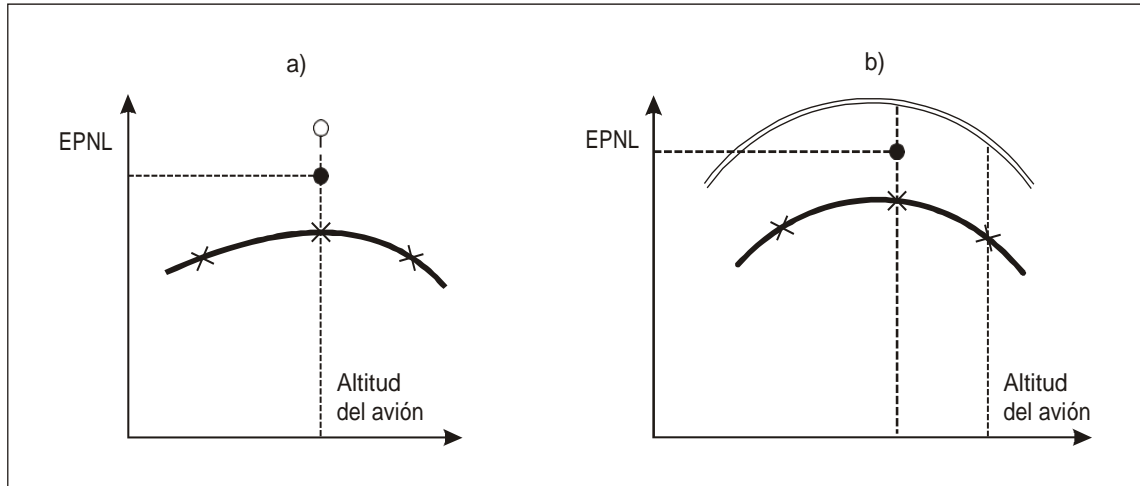
- a) Si el punto de medición simétrica se halla opuesto al punto en el que se obtiene el mayor nivel de ruido, el nivel de ruido para la homologación debe ser la media (aritmética) de los niveles de ruido medidos en esos dos puntos [véase la Figura A2-13 a)];
- b) De no ser así, se supondrá que la variación de ruido en función de la altitud del avión es la misma a ambos lados (es decir, 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 debe ser entonces el valor máximo de la media entre estas líneas.

## **8.4 MÉTODO DE AJUSTE INTEGRADO**

### **8.4.1 GENERALIDADES**

**8.4.1.1** El método de ajuste integrado consiste en un nuevo cálculo de los puntos de variación en el historial de tiempo del PNLT para condiciones de referencia que corresponden a los puntos de medición obtenidos durante los ensayos y calculando directamente el EPNL para el nuevo historial de tiempo.

- 8.4.1.2** Cuando se use el método integrado de ajuste, las coordenadas de emisión (tiempo, X, Y, y Z) del punto de datos de referencia relacionado con cada  $PNLT_r(k)$  se debe determinar de modo que el ángulo de emisión de sonido  $\theta$  en la trayectoria de vuelo de referencia, relativa al micrófono de referencia, tienen el mismo valor que el ángulo de emisión de sonido en los datos medidos relacionados con  $PNLT(k)$ .



**FIGURA A2-13. CORRECCIÓN DE ASIMETRÍA LATERAL**

**Nota.**— Como consecuencia, y a menos que las condiciones de ensayo y de referencia sean idénticas, los intervalos de tiempo de recepción entre los puntos de datos de referencia normalmente no debe estar igualmente espaciados ni ser iguales a medio segundo.

- 8.4.1.3** Cuando se use el método integrado de ajuste, se deben aplicar los siguientes cálculos:
- El espectro relacionado con cada punto de datos del día del ensayo,  $PNLT(k)$ , se ajusta para tener en cuenta la expansión esférica y la atenuación debida a la absorción atmosférica, llevándola a condiciones de referencia (véase 8.4.2.1);
  - Se calcula un nivel de ruido percibido corregido por tono de referencia,  $PNLT_R(k)$ , para cada espectro de la banda de un tercio de octava (véase 8.4.2.2);
  - El valor máximo,  $PNLTM_R$  y los puntos primero y último de menos de 10 dB se determinan a partir de la serie  $PNLT_R$  (véanse 8.4.2.3 y 8.4.3.1);
  - La duración efectiva,  $\delta t_R(k)$ , se calcula para cada punto  $PNLT_R(k)$  y se determina luego la duración de ruido de referencia (véanse 8.4.3.2 y 8.4.3.3);
  - El nivel de ruido efectivo percibido de referencia integrado,  $EPNL_R$ , se determina mediante la sumatoria logarítmica de niveles  $PNLT_R(k)$  dentro de la duración del ruido normalizada a una duración de 10 segundos (véase 8.4.4); y
  - Se determina y aplica un ajuste del ruido en la fuente (véase 8.4.5).

**8.4.2 CÁLCULOS DEL PNL T**

- 8.4.2.1** Los valores medidos de  $SPL(i,k)$  se deben ajustar a los valores de referencia  $SPL_R(i,k)$  para las diferencias entre las longitudes de las trayectorias de propagación del sonido medida y de referencia y entre las condiciones atmosféricas medidas y de referencia, mediante los métodos de 8.3.2.1. Los valores correspondientes de  $PNL_R(k)$  se calcularán según se describe en 4.2.
- 8.4.2.2** Para cada valor de  $PNL_R(k)$ , se debe determinar el factor de corrección por tono  $C_R(k)$  mediante análisis de cada valor de referencia  $SPL_R(i,k)$  aplicando los métodos de 4.3, y se sumará a  $PNL_R(k)$  para obtener  $PNL_{TR}(k)$ .
- 8.4.2.3** Se debe determinar el nivel máximo de ruido percibido corregido por tono de referencia,  $PNL_{TM_R}$ , y se debe determinar y aplicar un nuevo ajuste por compartición de banda de referencia,  $\Delta_{BR}$ , según se describe en 4.4.2.

**Nota.—** Debido a diferencias entre las condiciones de ensayo y de referencia, es posible que el valor máximo de  $PNL_{TR}$  no ocurra en el punto de datos asociado con  $PNL_{TM}$ . La determinación de  $PNL_{TM_R}$  es independiente del  $PNL_{TM}$ .

### 8.4.3 DURACIÓN DEL RUIDO

- 8.4.3.1** Los límites de la duración del ruido se definirán como los puntos de menos de 10 dB obtenidos a partir de las series de valores  $PNL_{TR}(k)$  de referencia. La determinación de los puntos de menos de 10 dB se debe realizar con arreglo a 4.5.1. En el caso del método integrado el primero y el último de los puntos de menos de 10 dB se designarán como  $k_{FR}$  y  $k_{LR}$ .
- 8.4.3.2** La duración del ruido para la condición de referencia integrada debe ser igual a la suma de las duraciones efectivas,  $\delta t_R(k)$ , relacionadas con cada uno de los puntos de datos  $PNL_{TR}(k)$  dentro del período de menos de 10 dB, inclusive.
- 8.4.3.3** La duración efectiva,  $\delta t_R(k)$ , se debe determinar para cada punto de datos de referencia  $PNL_{TR}(k)$  como sigue:

$$\delta t_R(k) = [(t_R(k) - t_R(k-1)) + (t_R(k+1) - t_R(k))] / 2$$

donde:

$t_R(k)$  es el instante asociado con  $PNL_{TR}(k)$ ;

$t_R(k-1)$  es el instante asociado con  $PNL_{TR}(k-1)$ , el punto de datos que precede a  $PNL_{TR}(k)$ ; y

$t_R(k+1)$  es el instante asociado con  $PNL_{TR}(k+1)$ , el punto de datos que sigue a  $PNL_{TR}(k)$ .

**Nota 1.—** Debido a las diferencias en la geometría de la trayectoria de vuelo, velocidad aerodinámica, y velocidad del sonido entre condiciones de ensayo y de referencia, los tiempos  $t_R(k)$ , asociados con los puntos  $PNL_{TR}(k)$  proyectados a la trayectoria de vuelo de referencia ocurrirán probablemente a intervalos de tiempo variados y no uniformes.

**Nota 2.—** Los valores relativos del tiempo  $t_R(k)$  para los puntos de datos de referencia pueden determinarse utilizando las distancias entre tales puntos en la trayectoria de vuelo de referencia y la velocidad aerodinámica de referencia  $V_R$  de la aeronave.

**Nota 3.**— En el Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves se proporciona orientación adicional sobre un método para realizar el procedimiento integrado, incluyendo la determinación de las duraciones efectivas del  $\delta t_R(k)$ , para cada punto de datos individual del historial de tiempo de referencia.

#### 8.4.4 CÁLCULO DE LA CONDICIÓN DE REFERENCIA INTEGRADA DE EPNL

8.4.4.1 La ecuación para calcular la condición de referencia EPNL utilizando el método integrado,  $EPNLR$ , es similar a la ecuación para el EPNL de día del ensayo proporcionada en 4.6. No obstante, la constante numérica relativa a los intervalos de medio segundo se elimina y se introduce un multiplicador dentro del logaritmo para tener en cuenta la duración efectiva de cada valor de  $PNL_{TR}(k)$ ,  $\delta t_R(k)$ :

$$ENPL_R = 10 \log \frac{1}{t_0} \sum_{k_{FR}}^{k_{LR}} 10^{0,1 PNL_{TR}(k)} \delta t_R(k)$$

donde:

el tiempo de referencia  $t_0$  es 10 segundos;

$k_{FR}$  y  $k_{LR}$  son el primero y el último punto a menos de 10 dB según se definen en 8.4.3.1; y

$\delta t_R(k)$  es la duración efectiva definida en 8.4.3.3 de cada valor  $PNL_{TR}(k)$  de la condición de referencia.

#### 8.4.5 AJUSTE DEL RUIDO EN LA FUENTE

8.4.5.1 Finalmente, un ajuste del ruido en la fuente se determinará mediante los métodos de 8.3.5, y se sumará al  $EPNLR$  determinado en 8.4.4.1.

8.4.5.2 Para los aviones de reacción, los datos de ruido adquiridos a partir de las mediciones realizadas en los lugares de ensayo a 366 m (1 200 ft) o más, sobre el nivel medio del mar (MSL) se ajustarán, además, para tener en cuenta los efectos del ruido en la fuente de los reactores.

**Nota.**— En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves relativa a los ajustes de datos de ruido para lugares de ensayo a altitudes elevadas, figura un procedimiento para determinar el ajuste por los efectos del ruido en la fuente de los reactores.

\*\*\*\*\*

## 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 TIPO PRESENTADA 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 la DINAC encargada 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 deben llevar 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 deben llevar 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 debe exceder de 5,1 m/s (10 kt) y la velocidad del viento instantánea de costado no debe exceder de 2,6 m/s (5 kt). Se debe realizar el mismo número de vuelos con componente de viento de cola que con componente de viento de frente; y

**Nota.**— *Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento para fines de homologación acústica.*

- 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 la DINAC encargada de la homologación.

## 2.3 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DEL AVIÓN

2.3.1 Los procedimientos de ensayo y los procedimientos de medición del ruido deben ser aceptables para la DINAC, encargada de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica, del Estado que expida el certificado.

2.3.2 La altura del avión y su posición lateral con relación al micrófono se deben determinar 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 la DINAC, encargada de la homologación.

## 3. MEDICIÓN DEL RUIDO DE LOS AVIONES PERCIBIDO EN TIERRA

### 3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Todo el equipo de medición debe ser aprobado por la DINAC.

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 determine la DINAC el sonido producido por el avión se debe registrar 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 deben satisfacer 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, debe estar 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 debe 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 debe calibrar acústicamente, utilizando para ello medios que proporcionen condiciones de campo libre. Se debe verificar 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 3 m/s (6 kt) se debe proteger el micrófono con una pantalla. Las características del conjunto del equipo, inclusive la pantalla, deben cumplir con las especificaciones anteriores. Se debe medir también la pérdida por inserción, a la frecuencia del calibrador acústico, y su valor se debe incluir 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 deben orientar 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 deben colocar 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 debe efectuar un registro de calibración acústica del sistema (en el lugar de su utilización) mediante un calibrador acústico, con el 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 debe registrar y determinar 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 deben aplicar 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 LA DINAC ENCARGADA DE LA HOMOLOGACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS**

### **4.1 NOTIFICACIÓN DE DATOS**

**4.1.1** Se deben notificar 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 debe notificar 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 deben notificar 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; y

b) Las velocidades máxima, mínima y media del viento.

**4.1.4** Se deben describir la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

**4.1.5** Se debe notificar 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 4.1.5 d) y e).

## 4.2 CORRECCIONES DE DATOS

### 4.2.1 CORRECCIÓN DEL RUIDO EN LA FUENTE

4.2.1.1 Cuando así lo especifique la DINAC, se deben aplicar, 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 la sección del *Manual técnico-ambiental* (Doc 9501), Volumen I — *Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves*, relativa a los ajustes del ruido en la fuente para los aviones evaluados con arreglo a este apéndice.

### 4.2.2 CORRECCIÓN DEL RUIDO PERCIBIDO EN TIERRA

Las mediciones efectuadas a alturas que sean diferentes de 300 m (984 ft), se deben ajustar a 300 m (984 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 debe aplicar 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 debe calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta dB = 49,6 - 20 \log \left[ (3500 - D_{15}) \frac{Best\ R/C}{V_Y} + 15 \right]$$

en la cual D15 = Distancia de despegue para elevarse a 15 m, con la masa máxima certificada de despegue a la potencia máxima de despegue (pista pavimentada)

Mejor R/C = Mejor velocidad vertical de ascenso con la masa máxima certificada de despegue a la potencia máxima de despegue

V<sub>Y</sub> = Velocidad de ascenso correspondiente a Best 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 debe sobrevolar al menos cuatro veces. Los resultados del ensayo deben 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 deben ser lo suficientemente amplias como para establecer estadísticamente un límite de confianza del 90% que no exceda de ±1,5 dB(A). Del proceso de promediación no se debe omitir ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifique de otro modo la DINAC encargada de la homologación.

**Nota.—** En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves *relativa al cálculo de intervalos de confianza 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 la autoridad encargada 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 deben estar 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 debe haber obstáculos que puedan influir de manera significativa en el campo sonoro procedente del helicóptero. Dicho cono debe estar 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 deben llevar 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 (4 ft) y 10 m (33 ft) sobre el terreno; se deben evitar 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;

**Nota.—** 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 866A.

- 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 5,1 m/s (10 kt) y el componente de viento de costado medio no excederá de 2,6 m/s (5 kt); y

**Nota.—** Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento, para fines de homologación acústica.

- 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 la autoridad encargada de la homologación.

**Nota.—** Las especificaciones meteorológicas se indican en la Sección 2.2.2.1 del Apéndice 2.

**2.2.3** Las condiciones atmosféricas se deben medir a una distancia de 2 000 m (6 562 ft) como máximo de los lugares en que estén ubicados los micrófonos, y deben ser representativas de las condiciones existentes en la región geográfica en la que se efectúen las mediciones del ruido.

## **2.3 MEDICIÓN DE LA TRAYECTORIA DE VUELO**

**2.3.1** La posición espacial del helicóptero con respecto a los micrófonos de medición se debe determinar mediante un método que esté aprobado por la autoridad de homologación y sea independiente de los instrumentos de vuelo del puesto de pilotaje.

**Nota.—** En el Manual Técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, figuran textos de orientación sobre medición de la posición de las aeronaves.

**2.3.2** Los datos de posición y de performance que se necesitan para hacer los ajustes mencionados en la Sección 5 de este apéndice se deben registrar a un ritmo de muestreo aprobado. El equipo de medición debe ser aprobado por la autoridad encargada de la homologación.

## 2.4 CONDICIONES DE ENSAYO EN VUELO

**2.4.1** El helicóptero debe volar en condiciones de vuelo estabilizado cubriendo una distancia suficiente para asegurar que el nivel de ruido que varía en función del tiempo se mida durante todo el período en que el nivel de ruido esté a menos de 10 dB(A) del valor máximo del nivel de ruido con ponderación de frecuencia A y ponderación de tiempo S ( $L_{ASmáx}$ ) medido durante la pasada de ensayo.

**2.4.2** El ensayo para el ruido de sobrevuelo de helicópteros se debe efectuar 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 que el número Mach de referencia en el extremo de la pala que avanza, MATR, y que se define como:

$$M_{ATR} = \frac{(V_{tipR} + V_R)}{C_R}$$

donde:

$V_{tipR}$  es la velocidad de rotación del extremo de la pala;

$V_R$  es la velocidad aerodinámica verdadera de referencia del helicóptero; y

$C_R$  es la velocidad del sonido a 25 °C.

## 3. DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN DEL RUIDO

**3.1** El nivel de exposición al ruido  $L_{AE}$  se define como el nivel, en decibeles, 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  $p_0$  de 20  $\mu$ Pa y una duración de referencia de un segundo.

En la práctica,  $L_{AE}$  se obtiene a partir de mediciones tomadas periódicamente como muestra de la manera siguiente:

$$L_{AE} = 10 \log \frac{1}{T_0} \sum_{K_F}^{k_L} 10^{0,1L_{AS}(k)} \Delta t$$

En la que  $L_{AS}(k)$  es el nivel del ruido con ponderación de frecuencia “A” y ponderación de tiempo “S” que varía en función del tiempo medido en el  $k$ -ésimo instante de tiempo,  $k_F$  y  $k_L$  son el primero y último incrementos de  $k$ , y  $\Delta t$  es el incremento de tiempo entre muestras.

**3.2** En la práctica, el intervalo de tiempo  $k_L - k_F$  no será inferior al período de 10 dB de atenuación comprendido entre el instante en que  $L_{AS}(k)$  asciende primeramente a menos de 10 dB(A) del valor máximo y el instante en que desciende finalmente a más de 10 dB(A) por debajo de este valor máximo.

**Nota.**— La integral de tiempo mencionada en 3.1 tiene la siguiente expresión:

$$L_{AE} = 10 \log \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt$$

donde  $t_0$  es el tiempo de integración de referencia de un segundo y  $(t_2 - t_1)$  es el intervalo de tiempo de integración.

## 4. MEDICIÓN DEL RUIDO DEL HELICÓPTERO PERCIBIDO EN TIERRA

### 4.1 GENERALIDADES

4.1.1 El equipo de medición debe ser aprobado por la autoridad encargada de la homologación.

4.1.2 Los datos referentes al nivel de presión acústica para fines de evaluación del ruido se debe obtener 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 debe constar de equipo aprobado, equivalente al que se indica a continuación:

- a) Un sistema microfónico con características de actuación que satisfagan los requisitos de 4.3;
- 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 con características de actuación que satisfagan los requisitos de 4.3; y
- d) Calibradores de sonido que utilicen señales de onda sinusoidal con nivel conocido de presión acústica que satisfagan los requisitos de 4.3.

### 4.3 EQUIPO DE CAPTACIÓN, REGISTRO Y REPRODUCCIÓN

4.3.1 El micrófono debe ser del tipo sensible a la presión o de sensibilidad de campo difuso con respuesta de frecuencia casi uniforme en caso de incidencia tangencial.

4.3.2 El  $L_{AE}$  puede determinarse directamente con un sonómetro integrador. Como alternativa, con la aprobación de la autoridad encargada de la homologación, la señal de presión acústica producida por el helicóptero puede almacenarse en un magnetófono analógico o una grabadora de audio digital para evaluación posterior utilizando un sonómetro integrador. El  $L_{AE}$  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 y utilizando la ecuación de 3.3. 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. 61672-1<sup>1</sup> de la CEI.

4.3.3 Las características del sistema completo con respecto a respuesta direccional, ponderación de frecuencia A, ponderación de tiempo S (lento), linealidad del nivel, y respuesta a señales de corta duración cumplirán las especificaciones de clase 1 de

CEI 61672-1<sup>1</sup>. El sistema completo puede incluir magnetófonos o grabadoras de audio digitales de conformidad con CEI 61672-1<sup>1</sup>. La DINAC podrá aprobar el uso de equipo que se ajuste a la clase 2 de la norma CEI vigente, o el uso de equipo que cumpla las especificaciones de clase 1 o de Tipo 1 de una norma anterior, si el postulante puede demostrar que el equipo había sido anteriormente aprobado por la autoridad encargada de la homologación para uso en homologación acústica. Esto incluye el empleo de sonómetros y registradores gráficos de niveles de ruido para aproximación del LAE mediante la ecuación de 3.3. La DINAC podrá aprobar además el uso de magnetófonos que cumplan las especificaciones de la norma CEI 561 más antigua si el postulante puede demostrar que dicho uso había sido anteriormente aprobado para homologación acústica por la DINAC.

**4.3.4** Se debe verificar la sensibilidad total del sistema de medición antes del inicio de los ensayos y después de que hayan terminado, y a intervalos durante el transcurso de los ensayos, utilizando un calibrador de sonido que produzca un nivel de presión acústica conocido a una frecuencia conocida. El calibrador de sonido se debe ajustar a los requisitos de clase 1 de la norma CEI 60942<sup>2</sup>. Las lecturas del calibrador de sonido deben ser verificadas por un laboratorio normalizador en los seis meses siguientes a cada medición del ruido de una aeronave. Las variaciones admisibles de las lecturas no deben exceder de 0,2 dB. Los datos medidos de ruido de la aeronave no se consideran válidos para efectos de homologación si no se han efectuado previa y posteriormente calibraciones de nivel de presión acústica válidas. Se debe considerar que el sistema de medición es satisfactorio si la diferencia entre los niveles de sensibilidad acústica registrados inmediatamente antes e inmediatamente después de cada serie de mediciones de ruido de la aeronave en un día determinado no es superior a 0,5 dB. La DINAC puede aprobar el uso de calibradores que se ajusten a la clase 2 de la norma CEI vigente o el uso de calibradores que se ajusten a la clase 1 de una norma anterior si el solicitante puede demostrar que el calibrador había sido aprobado anteriormente para uso en la homologación acústica por una autoridad encargada de la homologación acústica.

**4.3.5** Cuando se registran las señales de presión acústica del helicóptero, el LAE puede determinarse reproduciendo las señales registradas en la entrada eléctrica de un sonómetro aprobado que se ajuste a los requisitos de actuación de clase 1 de CEI 61672-1<sup>3</sup>. La sensibilidad acústica del sonómetro se debe establecer basándose en la reproducción del registro asociado de la señal del calibrador de sonido y en el conocimiento del nivel de presión acústica producido en el acoplador del calibrador de sonido en las condiciones ambientales imperantes al registrarse el sonido del helicóptero.

**4.3.6** ***Recomendación-** Debería emplearse una pantalla de protección contra el viento con el micrófono durante todas las mediciones de los niveles de 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 de 4.3.3.*

#### **4.4 PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN DEL RUIDO**

**4.4.1** El micrófono se debe montar de modo que el centro del elemento sensible se encuentre a 1,2 m (4 ft) por encima del nivel del suelo en la localidad y debe estar 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 debe eliminar en lo posible las perturbaciones que su soporte podría introducir en los sonidos que hayan de medirse.



**4.4.2** Si la señal de presión acústica del helicóptero se registra, la respuesta de frecuencia del sistema eléctrico se debe determinar 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 se debe verificar 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 un tercio de octava, no debe exceder de 0,2 dB. Se debe efectuar un número suficiente de mediciones para garantizar que la calibración global del sistema sea conocida en cada ensayo.

**4.4.3** Cuando un magnetófono analógico forme parte de la cadena de medición, cada carrete de cinta magnetofónica debe llevar 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 deben considerar aceptables si la diferencia entre los niveles filtrados de las dos señales en la banda de un tercio de octava de 10 kHz no excede de 0,75 dB.

*Nota.— Las grabadoras de audio digitales generalmente no presentan variación importante en la respuesta de frecuencia o sensibilidad de nivel, por lo tanto el ensayo de ruido rosa descrito en 4.4.2 no es necesario para las grabadoras de audio digitales.*

**4.4.4** El nivel de ruido con ponderación de frecuencia A del ruido de fondo, que comprende el ruido ambiente y el ruido eléctrico de los sistemas de medición, se debe determinar en la zona de ensayo ajustando la ganancia del sistema a los niveles que se deben utilizar para las mediciones del ruido del helicóptero. Si el  $L_{ASm\acute{a}x}$  de cada prueba de funcionamiento no excede el nivel de ruido de fondo con ponderación de frecuencia A por lo menos en 15 dB(A), se pueden utilizar sobrevuelos a una altura inferior aprobada y los resultados se ajustarán a la altura 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 deben efectuar 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 mencionados en 5.1 incluyen 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:

$$\Delta_1 = 12,5 \log (H/150)$$

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:

$$\Delta_2 = 10 \log \left( \frac{V_{AR}}{V_R} \right)$$

siendo  $\Delta_2$  la cantidad en decibeles que se debe sumar algebraicamente al nivel de ruido  $L_{AE}$  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 2.4.2 de este apéndice.

## **6. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LA AUTORIDAD ENCARGADA DE LA HOMOLOGACIÓN Y VALIDEZ DE LOS RESULTADOS**

### **6.1 NOTIFICACIÓN DE DATOS**

- 6.1.1** Se deben notificar 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 debe notificar 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 deben notificar 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 deben describir la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

- 6.1.5** Se debe notificar 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 deben corregir 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 debe sobrevolar el punto de medición por lo menos seis veces. Los resultados de los ensayos proporcionarán un  $L_{AE}$  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 deben ser 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 debe omitir ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifique de otro modo la autoridad encargada de la homologación.

**Nota.—** En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc. 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves *relativa al cálculo de intervalos de confianza* 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.*

- 1.1. La vigilancia del ruido que producen las aeronaves debe 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 debe 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 debe ajustarse a la publicación CEI núm. 179<sup>1</sup>, 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. 179<sup>2</sup>. Las mediciones obtenidas mediante los instrumentos descritos antes, proporcionan, después de sumarles 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 A<sup>3</sup>, sumándose una corrección K, que normalmente oscila entre 9 y 14 dB, según el espectro de frecuencias del ruido. Al comunicar los resultados, debe 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 debe prever que los micrófonos estén convenientemente protegidos de la lluvia, nieve y otros fenómenos meteorológicos perjudiciales. Debe 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. Si fuera necesario, puede obtenerse un registro del ruido en función del tiempo grabando la señal del ruido en cinta magnetofónica, en un registrador gráfico de nivel u otro aparato adecuados.

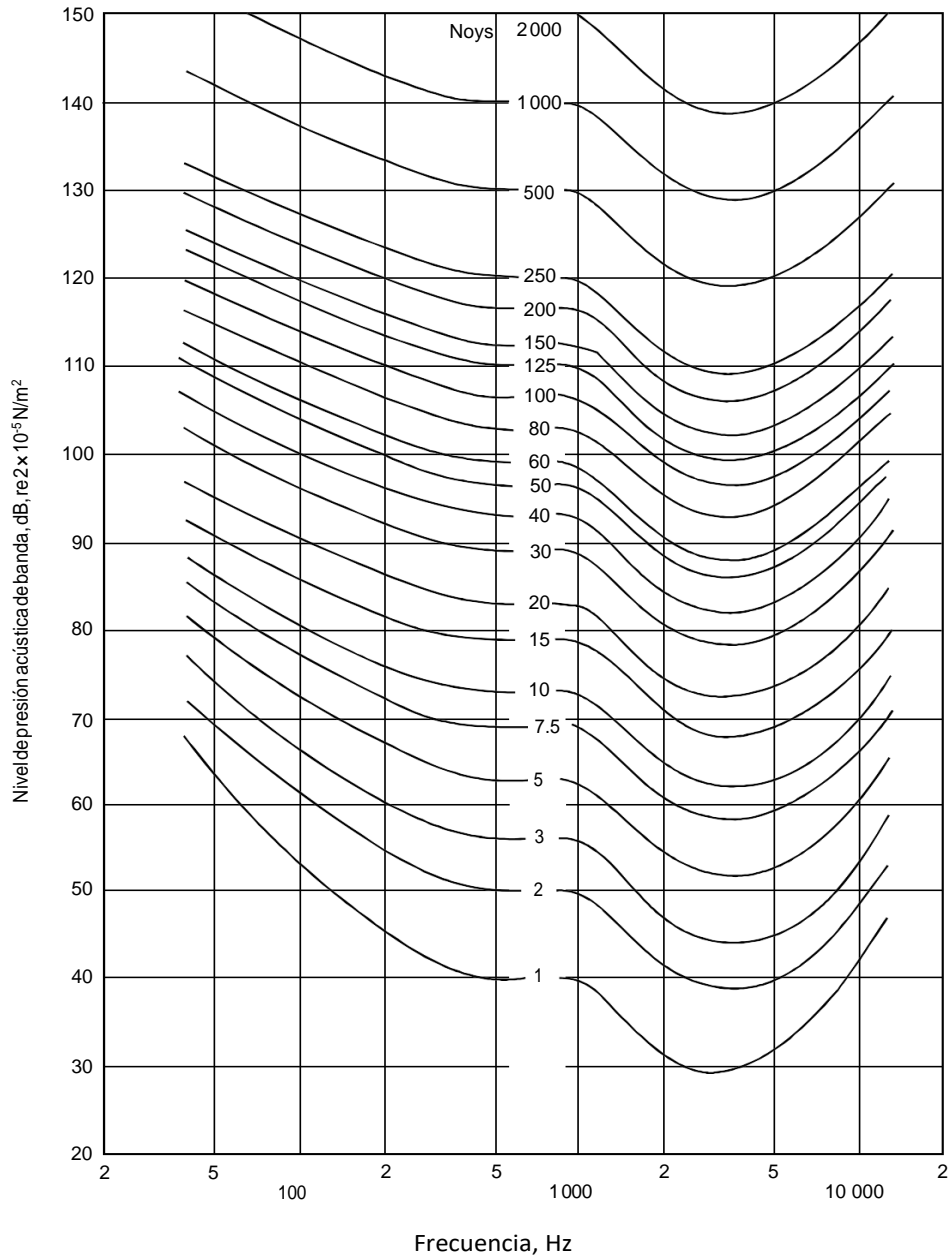
**3.5** El equipo registrador e indicador debe ajustarse a la publicación CEI núm. 1792, con respecto a la característica dinámica del instrumento indicador denominada “lenta”. Si la duración anticipada de la señal de ruido es inferior a 5 s, podrá emplearse la característica dinámica denominada “rápida”.

*Nota.— A los fines de esta recomendación, la duración se describe 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 debe calibrarse originalmente en un laboratorio provisto de equipo para calibración en campo libre y su calibración debería verificarse por lo menos cada seis meses.

HZ	40	50	63	80	100	125	160
dB	-14	-12	-11	-7	-7	-6	-5
HZ	200	250	315	400	500	630	800
dB	-3	-2	-1	0	0	0	0
HZ	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
dB	0	+2	+6	+8	+10	+11	+11
HZ	5000	6300	8000	10000	12500		
dB	+10	+9	+6	+3	0		

**Tabla A5-1. APROXIMACIÓN, REDONDEADA AL DECIBELIO MÁS PRÓXIMO DE LA INVERSA DE LA CURVA DE 40 NOYS CORRESPONDIENTES A UNA FRECUENCIA DE 1000 HZ**



**FIGURA A5-1. CURVAS DE RUIDOSIDAD PERCIBIDA**

**3.7** El sistema de medición completo debe 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.

**3.8** 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. Puede ser necesario emplazar los micrófonos de vigilancia en lugares donde hay considerable ruido de fondo causado por el tránsito de vehículos motorizados, niñas y niños jugando, 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. Si, a causa de que el micrófono se ha emplazado en una estructura elevada, no resulta práctico para el personal de servicio calibrarlo directamente debido a su inaccesibilidad, puede ser útil disponer una fuente sonora calibrada en el emplazamiento del micrófono. Esta fuente puede ser 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.

\*\*\*\*\*

## 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 TIPO, O CERTIFICACIÓN DE LA VERSIÓN DERIVADA, PRESENTADA 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) Unidad 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 la autoridad encargada 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 deben llevar a cabo los ensayos de homologación en cuanto al ruido, así como también los procedimientos que corresponden 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 semiángulo de 75° respecto a ese eje.



- 2.2.2** Los ensayos se deben llevar a cabo en las siguientes condiciones atmosféricas:
- Ausencia de precipitación;
  - Humedad relativa no superior al 95% ni inferior al 20% y temperatura ambiente no superior a 35°C ni inferior a 2°C;
  - La velocidad media del viento no excederá de 5,1 m/s (10 kt) y la velocidad media del viento de costado no excederá de 2,6 m/s (5 kt);

**Nota 1.**— *Las especificaciones meteorológicas se definen en la Sección 2.2.2.1 del Apéndice 2.*

**Nota 2.** — *Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento, para fines de homologación acústica.*

- 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 la autoridad encargada de la homologación; y2
- Las mediciones meteorológicas se llevarán 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.

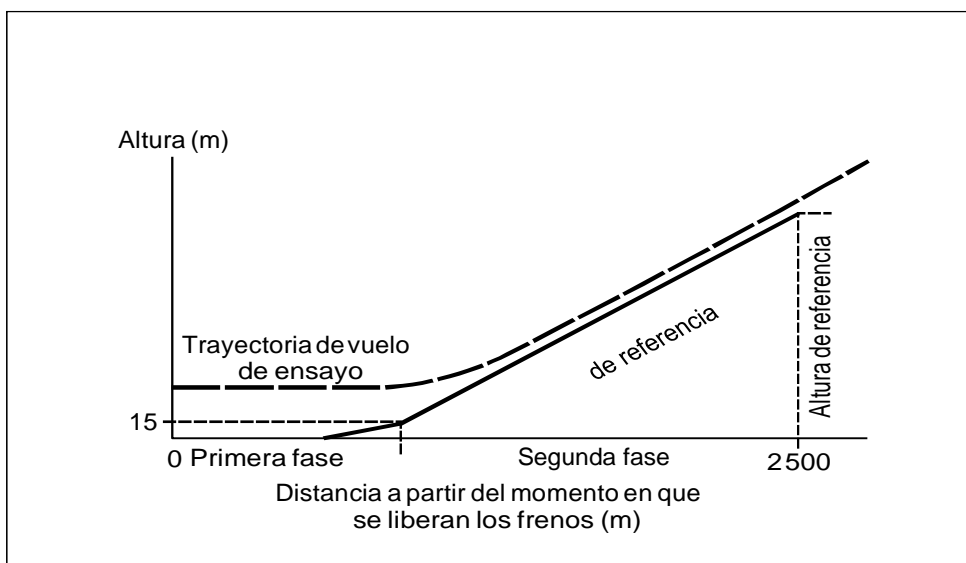
- 2.2.3** Las condiciones atmosféricas se deben medir dentro de una distancia de 2000 m (6562 ft) de los emplazamientos del micrófono, y deben ser representativas de las condiciones existentes en la región geográfica en la que se ejecuten las mediciones del ruido.

## **2.3 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DEL AVIÓN**

- 2.3.1** Los procedimientos de ensayo y los de medición del ruido deben ser aprobados por la autoridad de homologación.
- 2.3.2** El programa de ensayo en vuelo se debe iniciar 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 ( $V_Y \pm 5$  kt).
- 2.3.4** La posición espacial del avión con respecto al micrófono de medición se debe determinar por un método que esté aprobado por la autoridad de homologación y sea independiente de los instrumentos de vuelo del puesto de pilotaje.

**Nota.** — *En el Manual Técnico-ambiental (Doc 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, figuran textos de orientación sobre medición de la posición de las aeronaves.*

- 2.3.5** La altura del avión al volar por encima del micrófono se debe medir por un método aprobado. El avión debe sobrevolar el micrófono con un margen de  $\pm 10^\circ$  con respecto a la vertical y a una altura que no difiera en más del  $\pm 20\%$  de la altura 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 deben registrar en el momento en que el avión vuele directamente por encima del emplazamiento de medición. El equipo de medición debe ser aprobado por la DINAC.
- 2.3.7** Se debe utilizar 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.



**FIGURA A6-1. PERFILES DE ENSAYO Y DE REFERENCIA TÍPICOS**

### **3. DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN DEL RUIDO**

El  $L_{ASm\acute{a}x}$  es 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 ( $\mu Pa$ ).

### **4. MEDICIÓN DEL RUIDO DEL AVIÓN PERCIBIDO EN TIERRA**

#### **4.1 GENERALIDADES**

**4.1.1** Todo equipo de medición debe estar aprobado por la DINAC.

**4.1.2** Los datos referentes al nivel de presión acústica para la evaluación del ruido se deben obtener 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 debe constar de equipo aprobado equivalente al que se indica a continuación:

- a) Un sistema microfónico diseñado para que tenga una respuesta de frecuencia mayormente uniforme para el sonido que incida en el diafragma desde direcciones aleatorias, o en el campo de presión de una cavidad cerrada, con características de actuación que cumplan con los requisitos especificados en 4.3;
- b) Equipos de instalación y soporte para los micrófonos que reduzcan al mínimo la interferencia en el sonido que se está midiendo, en la configuración especificada en 4.4;
- c) Equipo de registro y reproducción cuyas características de actuación cumplan con los requisitos establecidos en 4.3; y
- d) Calibradores de sonido que utilicen señales de onda sinusoidal con nivel conocido de presión acústica que cumplan con los requisitos establecidos en 4.3.

## 4.3 EQUIPO DE CAPTACIÓN, REGISTRO Y PRODUCCIÓN

**4.3.1** Se debe registrar el nivel de ruido producido por el avión. La DINAC podrá optar por los siguientes equipos, igualmente aceptables: magnetófonos, registradores gráficos de niveles de ruido o sonómetros.

**4.3.2** Las características del sistema completo con respecto a respuesta direccional, ponderación de frecuencia A, ponderación de tiempo S (lento), linealidad del nivel y respuesta a las señales de corta duración se deben ajustar a las especificaciones de clase 1 especificadas en la publicación núm. 61672-1<sup>1</sup> de la CEI. El sistema completo podrá incluir magnetófonos de acuerdo con la CEI 61672-1<sup>1</sup>. La DINAC puede aprobar el uso de equipos que cumplan con la clase 2 de la norma CEI actual, o el uso de equipos que cumplan con las especificaciones de clase 1 o Tipo 1 de normas anteriores, como alternativa a los equipos que cumplan con las especificaciones de clase 1 de la norma CEI actual, si el solicitante puede demostrar que el equipo había sido aprobado previamente por una autoridad encargada de la homologación para su uso en la homologación acústica. La autoridad encargada de la homologación también podrá aprobar el uso de magnetófonos que cumplan con las especificaciones de la norma CEI 561, más antigua, si el solicitante puede demostrar que ese uso había sido aprobado previamente para homologación acústica por una autoridad encargada de la homologación.

**4.3.3** Se debe verificar la sensibilidad total del sistema de medición antes del inicio de los ensayos y después de que hayan terminado, y a intervalos, durante el transcurso de los ensayos, utilizando un calibrador de sonido que produzca un nivel de presión acústica conocido a una frecuencia conocida. El calibrador de sonido se debe ajustar a los requisitos de clase 1 de la CEI 60942<sup>2</sup>. Las lecturas del calibrador de sonido deben ser verificadas por un laboratorio normalizador en los seis meses siguientes a cada medición del ruido de una aeronave. Las variaciones admisibles de las lecturas no deben exceder de 0,2 dB. Los datos medidos de ruido de la aeronave no se considerarán válidos para efectos de homologación si no se han efectuado previa y posteriormente calibraciones de nivel de presión acústica válidas. Se considerará que el sistema de medición es satisfactorio si la diferencia entre los niveles de sensibilidad acústica registrados inmediatamente antes e inmediatamente después de cada serie de mediciones de ruido de la aeronave en un día determinado no es superior a 0,5 dB. La DINAC puede aprobar el uso de calibradores que se ajusten a

la clase 2 de la norma CEI vigente, o el uso de calibradores que se ajusten a la clase 1 de una norma anterior, si el solicitante puede demostrar que el calibrador había sido aprobado anteriormente por una autoridad encargada de la homologación para su uso en la homologación acústica.

- 4.3.4** Cuando el sonido del avión se registra por medio de un magnetófono, el nivel máximo de ruido con ponderación de frecuencia A y ponderación de tiempo S podrá determinarse reproduciendo las señales registradas en la instalación eléctrica de entrada de un sonómetro aprobado que cumpla con los requisitos de performance de la clase 1 de la CEI 61672-1<sup>1</sup>. La sensibilidad acústica del sonómetro se determinará basándose en la reproducción del registro conexo de la señal que arroje el calibrador de sonido y en el conocimiento del nivel de presión acústica producido en el acoplador del calibrador de sonido en las condiciones ambientales reinantes en el momento en que se efectuó la grabación del sonido del avión.

#### **4.4 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DEL RUIDO**

- 4.4.1** El micrófono debe ser del tipo de presión de 12,7 mm de diámetro, con su parrilla de protección, montado en posición invertida de manera que el diafragma del micrófono se coloque paralelo y a 7 mm por encima de una placa metálica circular. Esa 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 debe determinar 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 utilizada durante los ensayos, utilizándose un ruido rosa aleatorio o pseudoaleatorio. La salida del generador de ruido debe de haber sido verificada en un laboratorio de Normas aprobado, en los seis meses anteriores a la serie de ensayos; las variaciones admisibles de la salida relativa del generador en cada banda de un tercio de octava no deben exceder de 0,2 dB. Se debe efectuar 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 se debe llevar 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 deben considerar 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.

***Nota.—** Las grabadoras de audio digitales conformes a las especificaciones de actuación de clase 1 de CEI 61672-1<sup>3</sup> normalmente no presentan una variación temporal sustancial en la respuesta de frecuencia o sensibilidad de nivel; por consiguiente, el ensayo de ruido rosa descrito en 4.4.3 no es necesario para las grabadoras de audio digitales*

- 4.4.4** El nivel de ruido con ponderación de frecuencia A del ruido de fondo, que incluye 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 avión. Si el nivel máximo de ruido con ponderación de frecuencia A y ponderación de tiempo S del avión no excede el nivel de ruido de la frecuencia A ponderada del ruido de fondo en 10 dB como mínimo, 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.

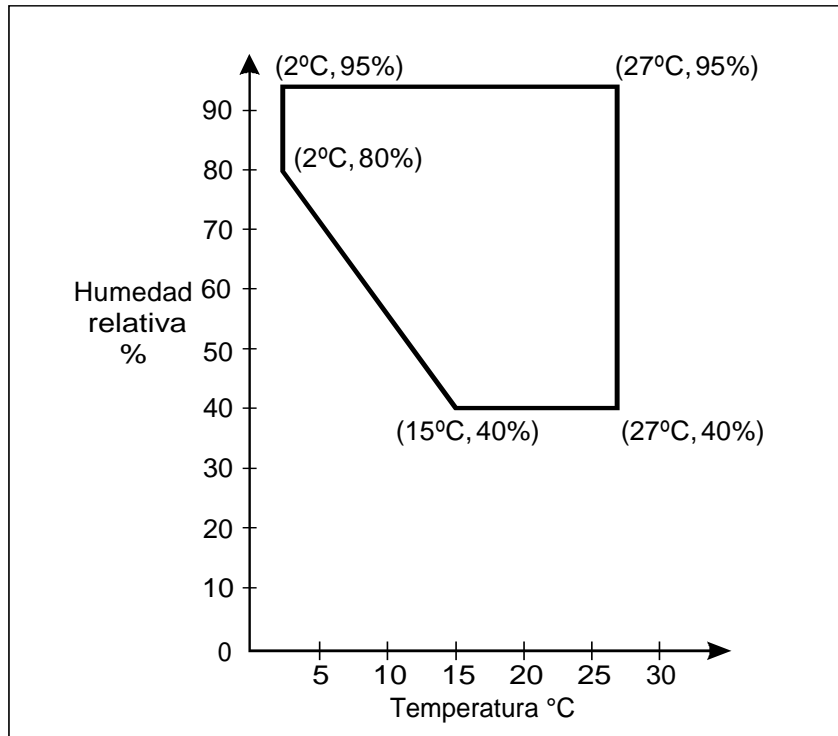
**5. AJUSTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

**5.1** Cuando las condiciones de ensayo para la homologación difieran de las de referencia, se deben efectuar 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:

- a) Diferencias de absorción atmosférica entre las condiciones meteorológicas del ensayo y las de referencia;
- b) Diferencias de longitud de la trayectoria de propagación del sonido entre la trayectoria de vuelo real del avión y la de referencia;
- c) Variación del número de Mach en el extremo de la hélice entre las condiciones de ensayo y las de referencia; y
- d) Variación de la potencia de los motores entre las condiciones de ensayo y las de referencia.



**FIGURA A6-2. VENTANA DE MEDICIÓN SIN NINGUNA CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN**

**5.2.2**

El nivel de ruido en las condiciones de referencia  $L_{ASmáxR}$  se deben obtener añadiendo al nivel del ruido del día del ensayo  $L_{ASmáx}$  los incrementos correspondientes a cada uno de los efectos indicados.

$$L_{ASmáxR} = L_{ASmáx} + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4$$

en la cual

- $\Delta_1$  es el ajuste correspondiente a la longitud de las trayectorias de propagación del sonido;
- $\Delta_2$  es el ajuste correspondiente al número de Mach en el extremo de la hélice;
- $\Delta_3$  es el ajuste correspondiente a la potencia del motor; y
- $\Delta_4$  es el ajuste correspondiente al cambio en la absorción atmosférica entre las condiciones de ensayo y de referencia;

- a) 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,  $\Delta_4 = 0$ . 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  $\Delta_4$  a los niveles de ruido del día de ensayo siendo:

$$\Delta_4 = 0,01 (H \times \alpha_{500} - 0,2 H_R)$$

y H la altura en metros del avión de ensayo al sobrevolar directamente el punto de medición del ruido,  $H_R$  la altura de referencia del avión por encima del punto de medición del ruido y  $\alpha_{500}$  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 deben 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  $\Delta_1$ . Si las condiciones del día de ensayo están dentro de los límites especificados en la Figura A6-2:

$$\Delta_1 = 22 \log (H/H_R)$$

Si las condiciones del día de ensayo se salen de los límites especificados en la Figura A6-2:

$$\Delta_1 = 20 \log (H/H_R)$$

siendo H 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 dicho número de Mach es:
- 1) Igual o inferior a 0,70 y el número de Mach de ensayo no difiere en más de 0,014 del número de Mach de referencia;
  - 2) Superior a 0,70, sin exceder de 0,80, y el número de Mach de ensayo 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 deben ajustar en función del número de Mach en los extremos de la hélice añadiendo algebraicamente un incremento igual a:

$$\Delta_2 = k_2 \log (M_{HR}/M_H)$$

siendo  $M_H$  y  $M_{HR}$  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 debe determinar a partir de los datos aprobados del avión de ensayo. Si no se dispusiera de datos de ensayos en vuelo y, a discreción de la autoridad encargada de la homologación, podrá utilizarse el valor  $k_2 = 150$  si  $M_H$  es inferior a  $M_{HR}$ , pero, si  $M_H$  es superior o igual a  $M_{HR}$ , no se aplica ninguna corrección.

**Nota.—** El número de Mach de referencia en los extremos de la hélice  $M_{HR}$  es el que corresponde a las condiciones de referencia por encima del punto de medición: siendo:

$$M_{HR} = \frac{\left[ \left( \frac{D\pi N}{60} \right)^2 + V_R^2 \right]^{1/2}}{c_{HR}}$$

$D$  es el diámetro de la hélice en metros.

$V_R$  es la velocidad aerodinámica 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.

$c_{HR}$  es la velocidad del sonido en el día de referencia, a la altitud del avión, en metros por segundo, correspondiente a la temperatura ambiente – suponiendo una gradiente vertical de  $0,65^\circ\text{C}$  por  $100\text{ m}$  – en un día típico a la altura de referencia del avión sobre el nivel medio del mar.

- d) Los niveles de ruido medidos se ajustarán en función de la potencia del motor, añadiendo algebraicamente un incremento igual a:

$$\Delta_3 = k_3 \log (P_R/P)$$

donde  $P_R$  y  $P$  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 la autoridad encargada de la homologación, podrá utilizarse el valor  $k_3 = 17$ . La potencia de referencia  $P_R$  SER la que se obtiene a la temperatura y presión de la altura de referencia suponiendo gradientes verticales de temperatura y presión con altura definidos por la atmósfera tipo de la OACI.

**Nota 1.**— *En la sección del Manual técnico-ambiental (Doc. 9501), Volumen I — Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves, relativa a la atmósfera tipo de la OACI, figura información detallada sobre el cálculo de la variación de la presión atmosférica de referencia con la altitud.*

**Nota 2.**— *En el Manual de la atmósfera tipo de la OACI ampliada hasta 80 kilómetros (262 500 pies) (Doc 7488/3) figuran las características de la atmósfera tipo de la OACI.*

## **6. NOTIFICACIÓN DE DATOS A LA AUTORIDAD ENCARGADA DE LA HOMOLOGACIÓN Y VALIDEZ DE LOS RESULTADOS**

### **6.1 NOTIFICACIÓN DE DATOS**

**6.1.1** Se deben notificar 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 deben notificar 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 deben notificar 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 debe describir la topografía local, la vegetación y los fenómenos que puedan interferir en el registro del sonido.

**6.1.5** Se debe notificar 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 medio de nivel de ruido  $L_{ASmáx}$  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 deben ser 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 premedicación no se omitirá ninguno de los resultados de los ensayos, a menos que lo especifique de otro modo la autoridad encargada de la homologación.

\*\*\*\*\*

## ADJUNTOS A ANEXO 16, VOLUMEN I

### ADJUNTO A. ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO AUTORIZADOS 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, 11.4.1, 11.4.2, 13.4 y 14.4.1.

#### 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		$91,83 + 6,64 \log M$
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	102		$91,83 + 6,64 \log M$
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	93		$67,56 + 16,61 \log M$

#### 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								$83,87 + 8,51 \log M$
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB) Todos los aviones	101								$89,03 + 7,75 \log M$
Niveles de ruido de sobrevuelo (EPNdB)				93					$70,62 + 13,29 \log M$
2 motores									104
3 motores					$67,56 + 16,61 \log M$				$73,62 + 13,29 \log M$
4 motores									107
1 ó 2 motores									$67,56 + 16,61 \log M$
3 motores									$74,62 + 13,29 \log M$
4 motores o más									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							
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB) Todos los aviones	98							
Niveles de ruido de sobrevuelo (EPNdB)					89			
1 ó 2 motores								
3 motores								
4 motores o más								
1 ó 2 motores								
3 motores								
4 motores o más								

#### 4. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 4, 4.4

Se debe aplicar cada una de las siguientes condiciones:

$$EPNL_L \leq \text{LÍMITE}_L; EPNL_A \leq \text{LÍMITE}_A; \text{ y } EPNL_F \leq \text{LÍMITE}_F;$$

$$[(\text{LÍMITE}_L - EPNL_L) + (\text{LÍMITE}_A - EPNL_A) + (\text{LÍMITE}_F - EPNL_F)] \geq 10$$

$$[(\text{LÍMITE}_L - EPNL_L) + (\text{LÍMITE}_A - EPNL_A)] \geq 2; [(\text{LÍMITE}_L - EPNL_L) + (\text{LÍMITE}_F - EPNL_F)] \geq 2; \text{ y}$$

$$[(\text{LÍMITE}_A - EPNL_A) + (\text{LÍMITE}_F - EPNL_F)] \geq 2$$

donde

EPNL<sub>L</sub>, EPNL<sub>A</sub> y EPNL<sub>F</sub> 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<sub>L</sub>, LÍMITE<sub>A</sub>, y LÍMITE<sub>F</sub> 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
0 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		80

#### 7. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 8, 8.4.1 Y EN EL CAPÍTULO 13, 13.4

M = Masa máxima de despegue en unidades de 1 000 kg

	0	0,788	80,0
Nivel de ruido de despegue (EPNdB)	89	90,03 + 9,97 log M	
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB)	90	91,03 + 9,97 log M	
Nivel de ruido de sobrevuelo (EPNdB)	88	89,03 + 9,97 log M	

**8. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 8, 8.4.2**

M = Masa máxima de despegue  
en 1 000 kg

	0	0,788	80,0
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):

M = Masa máxima de despegue  
en unidades de 1 000 kg

	0	0,6	1,4	8,618
Nivel de ruido en dB(A)	76	$83,23 + 32,67 \log M$		88

10.4 b):

M = Masa máxima de despegue  
en unidades de 1 000 kg

	0	0,57	1,5	8,618
Nivel de ruido en dB(A)	70	$78,71 + 35,70 \log M$		85

**10. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 11, 11.4.1**

M = Masa máxima de despegue  
en unidades de 1 000 kg

	0	0,788	3,175
Nivel de ruido en dB(A)	82	$83,03 + 9,97 \log M$	

**11. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 11, 11.4.2**

M = Masa máxima de despegue  
en 1 000 kg

	0	1,417	3,175
Nivel de ruido en dB(A)	82	$80,49 + 9,97 \log M$	

**12. CONDICIONES DESCRITAS EN EL CAPÍTULO 14, 14.4.1**

M = Masa máxima de despegue en 1 000 kg

	0	2	8,618	20,234	28,615	35	48,125	280	385	400
Nivel de ruido lateral en plena potencia (EPNdB) Todos los aviones	88,6		$86,03754 + 8,512295 \log M$	94			$80,86511 + 8,50668 \log M$			103
Nivel de ruido de aproximación (EPNdB) Todos los aviones	93,1		$90,77481 + 7,72412 \log M$	98			$86,03167 + 7,75117 \log M$			105
Nivel de 2 motores ruidos o menos sobrevuelo				89			$66,64514 + 13,28771 \log M$			101
3 motores	80,6		$76,57059 + 13,28771 \log M$	89			$69,64514 + 13,28771 \log M$			104
4 motores o más				89			$71,64514 + 13,28771 \log M$			106

**Nota.—** La curva de las líneas de límite en ambos extremos (menor y mayor) de los rangos de peso es esencialmente idéntica. Las pequeñas diferencias observadas entre los coeficientes de las ecuaciones que definen las curvas de las líneas laterales y de aproximación son consecuencia de que los límites del Capítulo 14, párrafos 14.4.1.1 y 14.4.1.3, están definidos con puntos de terminación fijos. Para todos los fines prácticos, las diferencias menores entre los coeficientes se consideran despreciables.

Se debe aplicar cada una de las condiciones siguientes:

$$(\text{LÍMITE}_L - \text{EPNL}_L) \geq 1; (\text{LÍMITE}_A - \text{EPNL}_A) \geq 1; \text{ y } (\text{LÍMITE}_F - \text{EPNL}_F) \geq 1;$$

$$[(\text{LÍMITE}_L - \text{EPNL}_L) + (\text{LÍMITE}_A - \text{EPNL}_A) + (\text{LÍMITE}_F - \text{EPNL}_F)] \geq 17$$

donde

EPNL<sub>L</sub>, EPNL<sub>A</sub> y EPNL<sub>F</sub> 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<sub>L</sub>, LÍMITE<sub>A</sub>, y LÍMITE<sub>F</sub> son, respectivamente, los niveles máximos de ruido autorizados 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 14, 14.4.1.

\*\*\*\*\*

## 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 deben 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 pistas<sup>1</sup>, 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 debe 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 debe 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:

- a) El avión debería tener la masa máxima de despegue respecto a la cual se solicita la homologación acústica;
- b) Debe 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 debe 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 la autoridad encargada de la homologación lo especifique, deben 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) INSTALADOS A BORDO 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) instalados a bordo y los sistemas asociados de aeronave utilizados durante las operaciones normales en tierra.
- 1.2** Deben aplicarse a los APU y sistemas asociados de aeronave instalados en aeronaves para las cuales se haya presentado una solicitud de certificado de tipo o para las cuales se haya 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 instalados a bordo y sistemas asociados de aeronave no deben exceder de los niveles anteriores a la modificación, obtenidos de conformidad con las directrices siguientes.

### **2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL RUIDO DE ARPOXIMACIÓN**

El procedimiento de evaluación del ruido debe 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 deben exceder de los siguientes valores:

- 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 5,1 m/s (10 kt).

*Nota.— Las ventanas de ensayo de homologación acústica para la velocidad del viento expresada en m/s resultan de la conversión de los valores expresados en nudos que se han utilizado en el pasado, utilizando un factor de conversión conforme al Anexo 5, Capítulo 3, Tabla 3-3, redondeándose a 0,1 m/s. Los valores que se proporcionan aquí, expresados en una u otra de esas unidades, se consideran equivalentes al establecer el cumplimiento respecto a las ventanas de ensayo de la velocidad del viento, para fines de homologación acústica.*

*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 debe estar constituido por una superficie dura y lisa. No debe 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 debe 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**

Debe 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**

Deben 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 deben estar trabados en configuración “neutra” o “limpia”, o en la configuración indicada para el abastecimiento 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 deben 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 deben 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 debe corresponder a un mínimo de 2,5 veces el período de integración para la reducción de los datos, que en ningún caso debe ser inferior a 8 s. Todos los niveles de presión acústica deben expresarse en decibeles con relación a una presión de referencia de 20  $\mu$ 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, deben 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 debe satisfacer los requisitos correspondientes a la última edición del documento de referencia núm. 10 (véase 4.6);
- b) Los micrófonos deben 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 deben ser conocidos. Las especificaciones del amplificador deben ser compatibles con las del micrófono y las del magnetófono; y
- c) Los micrófonos deben emplearse con pantalla de protección cuando la velocidad del viento exceda de 3 m/s (6 kt). Para tener en cuenta la presencia de esta pantalla, deben 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 deben 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

Debe llevarse a cabo una calibración de la respuesta de frecuencia antes de la serie de ensayos. Debe 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 debe abarcar como mínimo la gama de 45 Hz a 11 200 Hz. Las características de respuesta en presión del micrófono deben corregirse para lograr una calibración de incidencia aleatoria.

##### 4.3.2.3.2 Sistema de grabación

- a) Debe 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 debe 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, debe aplicarse a la entrada, y debe 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, debe grabarse por lo menos durante 20 s, una “entrada en corto circuito” (es decir, después de haber remplazado 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, debe llevarse a cabo diariamente sobre el terreno, antes de efectuar las mediciones. Esta calibración debe 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. Debe introducirse la corrección barométrica necesaria. Los aparatos de calibración utilizados deben tener una precisión del orden de  $\pm 0,5$  dB y su calibración debe estar de acuerdo con los documentos de referencia núms. 6 a 9 (véase 4.6).

- d) Cada cinta magnética debe tener una respuesta y un ruido de fondo comparables a los de la cinta de calibración. Al comienzo de cada cinta debe 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 debe 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, debe “asentarse” cuidadosamente y debe ajustarse a la presión ambiente con el fin de eliminar los efectos de la presión en la respuesta del calibrador y del micrófono.
- e) Deben 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 deben 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 debe 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 debe proporcionar niveles de presión acústica para las bandas de tercio de octava o de octava. Los filtros de los analizadores deben 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 debe ser inferior a 0,5 dB; la gama dinámica debe 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 debe ser lineal con un margen de  $\pm 0,5$  dB.

##### **4.3.2.4.2**

La media cuadrática de las presiones debe 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. Deben tratarse todos los datos en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz. Estos datos deben corregirse para tener en cuenta todos los errores conocidos o previsible, 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 debe ser uniforme con un margen de  $\pm 3$  dB en la gama de frecuencias de 45 Hz a 11 200 Hz. Dentro de esta gama, el gradiente de respuesta de frecuencia no debe ser superior a 5 dB por octava.

##### **4.3.2.5.2**

La resolución de amplitud debe ser de 1,0 dB como mínimo. La gama dinámica debe 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 debe ser lineal con un margen de  $\pm 0,5$  dB en los 35 dB superiores de cada banda de frecuencias.

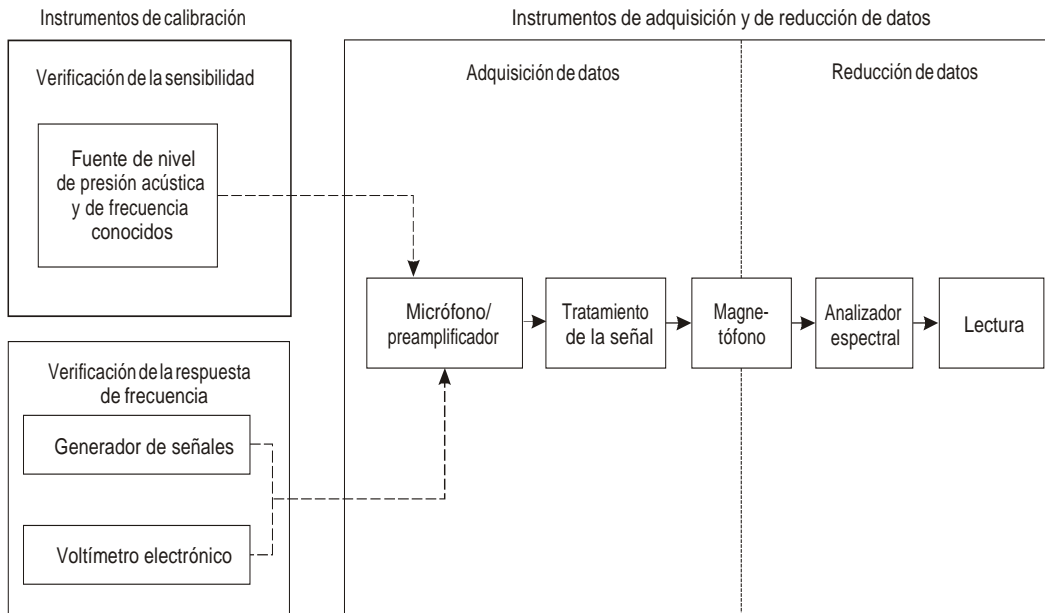
**4.3.3 Datos meteorológicos**

La velocidad del viento debe medirse con un anemómetro cuya escala abarque como mínimo de 0 a 7,5 m/s (0 a 15 kt), con una precisión de  $\pm 0,5$  m/s ( $\pm 1$  kt). La medición de la temperatura debe efectuarse con un termómetro cuya escala abarque como mínimo de 0°C a 40°C con una precisión de  $\pm 0,5$ °C. La humedad relativa debe medirse con un higrómetro cuya escala abarque de 0 a 100% y cuya precisión mínima sea de  $\pm 5\%$ . Para la presión atmosférica, debe utilizarse un barómetro cuya escala abarque como mínimo de 800 a 1 100 hPa con una precisión de  $\pm 3$  hPa.

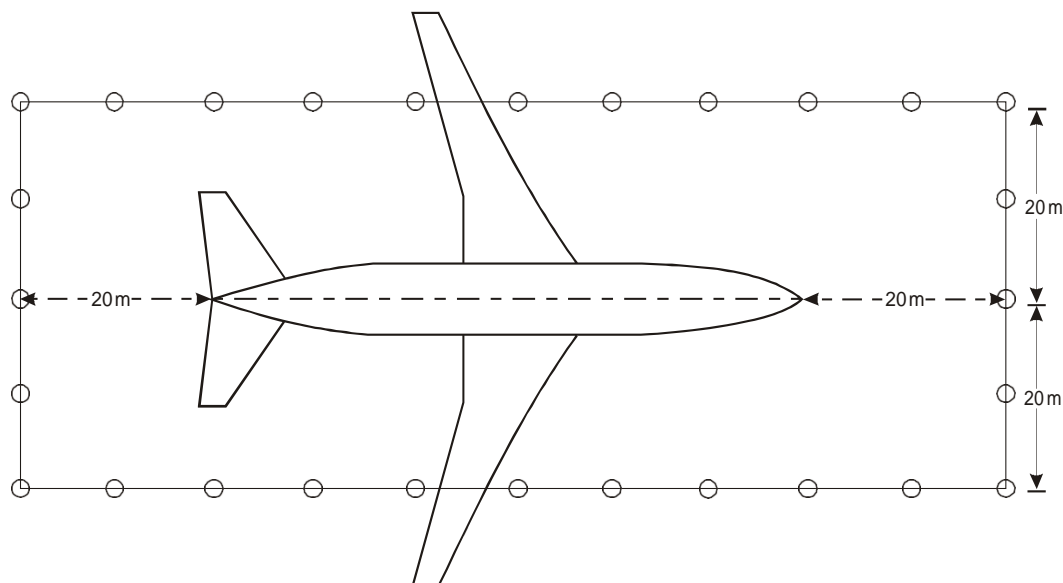
**4.4 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

**4.4.1 Condiciones de ensayo**

**4.4.1.1** Debe 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).



**FIGURA C-1. SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL RUIDO**



**FIGURA C-2. RECTÁNGULO DE PUNTOS DE MEDICIÓN DEL RUIDO**

#### 4.4.1.2

El APU instalado debe 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 o 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 deben efectuarse con los micrófonos colocados a  $1,6 \text{ m} \pm 0,025 \text{ m}$  ( $5,25 \text{ ft} \pm 1,0 \text{ in}$ ) 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 deben ser los siguientes:

- a) *Puertas de entrada de carga:* deben 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 deben efectuarse en el centro del vano, en el plano del revestimiento del fuselaje;
- b) *Puertas de entrada de pasajeros:* deben 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:* deben 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 deben determinarse por referencia a los manuales aprobados de operaciones y de servicios;

- d) *Puntos de observación*: deben 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 debe 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 deben 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” deben 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 deben 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 deben presentarse redondeados al decibel más próximo (dB), en forma de tabla, con representaciones gráficas complementarias, si fuera necesario. Los niveles de presión acústica deben 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 deben 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 la autoridad encargada 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 deben 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 m/s (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 climatización, 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).
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).
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:

Central Office of the International Electrotechnical Commission  
3 rue de Varembe

Geneva, Switzerland

Las publicaciones de la ISO pueden adquirirse en la dirección siguiente:

International Organization for Standardization  
1 rue de Varembé  
Geneva, Switzerland

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 deben cumplir 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) verticalmente 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) 2290 m de la intersección de la trayectoria de aproximación de 3° con el plano del terreno;
- b) 1140 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 debe calcular 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

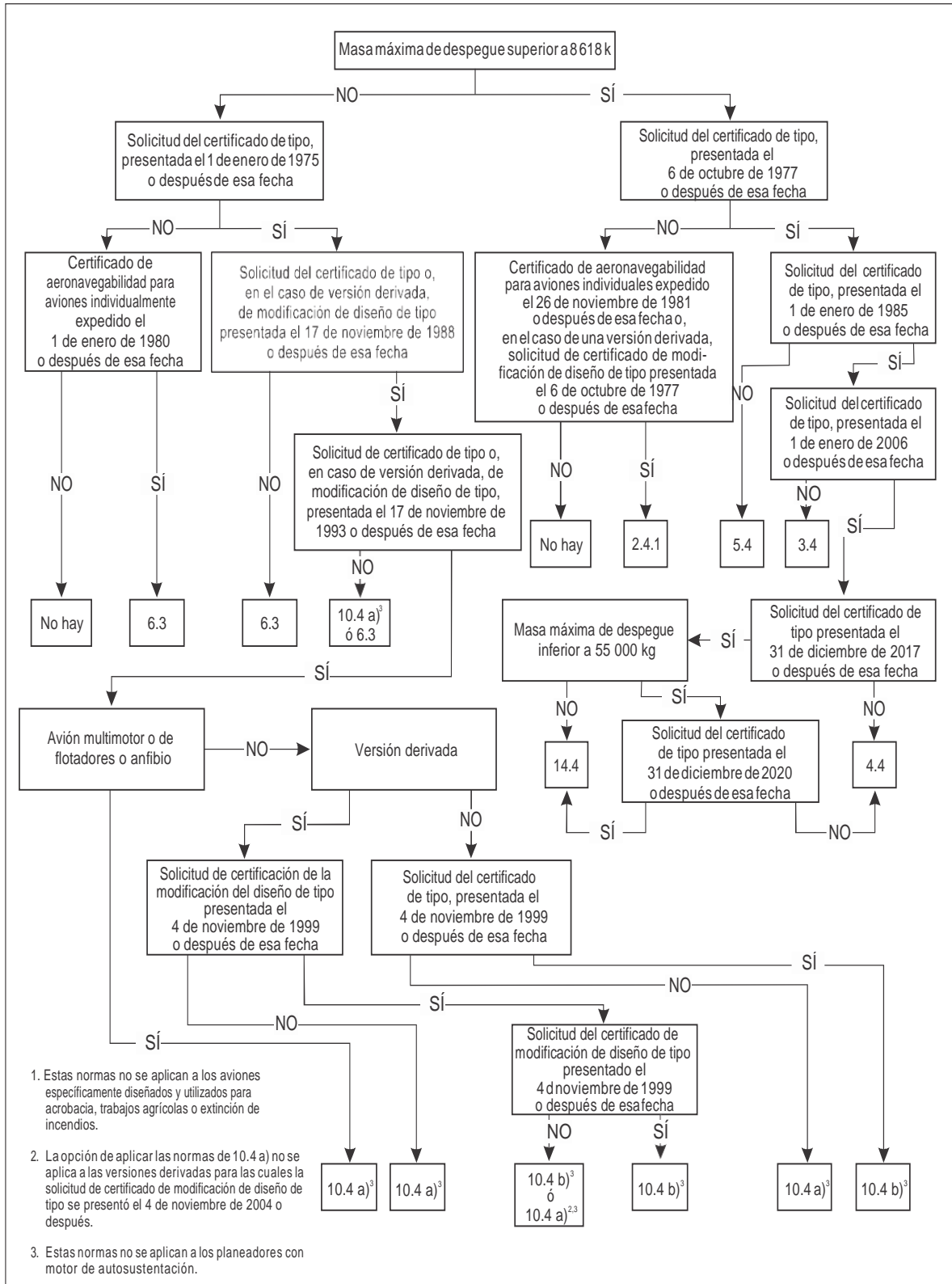
El procedimiento de referencia para la aproximación se debe establecer como sigue:

- a) El helicóptero se debe estabilizar y seguir las trayectorias de aproximación de 3°, 6° y 9°;

- b) La aproximación se debe efectuar a una velocidad aerodinámica 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 debe efectuar con la velocidad de giro del rotor estabilizada a las rpm máximas de funcionamiento normal certificadas para la aproximación;
- d) Se debe mantener 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, debe ser 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 HÉLICE<sup>1</sup>**



1. Estas normas no se aplican a los aviones específicamente diseñados y utilizados para acrobacia, trabajos agrícolas o extinción de incendios.  
 2. La opción de aplicar las normas de 10.4 a) no se aplica a las versiones derivadas para las cuales la solicitud de certificado de modificación de diseño de tipo se presentó el 4 de noviembre de 2004 o después.  
 3. Estas normas no se aplican a los planeadores con motor de autosustentación.

\*\*\*\*\*

## ADJUNTO F. DIRECTRICES PARA LA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA DE AERONAVES DE ROTOR BASCULANTE

**Nota.** — Véase la Parte II, Capítulo 13.

**Nota.** — 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 deben aplicarse a todas las aeronaves de rotor basculante, incluidas sus versiones derivadas, respecto a las cuales se haya presentado la solicitud de certificado de tipo el 13 de mayo de 1998 o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2018.

**Nota.** — La certificación de aeronaves de rotor basculante que sean capaces de soportar cargas o equipo externos debe realizarse sin tales cargas o equipo.

### 2. MEDIDA DE LA EVALUACIÓN DEL RUIDO

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

**Nota.** — Deben presentarse a la autoridad de certificación para fines de planificación del uso de los terrenos otros datos en unidades  $L_{AE}$  y  $L_{ASmáx}$  según lo definido en el Apéndice 4, y los SPL de un tercio de octava según lo definido en el Apéndice 2 correspondiente a  $L_{ASmáx}$ .

### 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 debe 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 1 140 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 debe exceder de los siguientes valores:

- a) *Para el 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) *Para el 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) *Para la 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 7 del Adjunto A, para las condiciones descritas en el Capítulo 8, 8.4.1, 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 debe ser superior a 4 EPNdB;
- b) Todo exceso en un solo punto no debe ser superior a 3 EPNdB; y
- c) Los excesos deben compensarse por las reducciones correspondientes en otros u otros puntos de medición.

## **6. PROCEDIMIENTOS DE REFERENCIA PARA HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA**

### **6.1 CONDICIONES GENERALES**

**6.1.1** En los procedimientos de referencia deben cumplirse los requisitos apropiados de aeronavegabilidad.

**6.1.2** Los procedimientos de referencia y las trayectorias de vuelo deben ser aprobados por la autoridad de 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 deben 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 deben:

- 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 la autoridad de certificación.

**6.1.5** Los procedimientos de referencia deben calcularse en las siguientes condiciones atmosféricas de referencia:

- a) Presión atmosférica constante de 1 013,25 hPa;
- b) Temperatura constante del aire ambiente de 25°C;
- c) Humedad relativa constante del 70%; y
- d) sin viento.



**6.1.6** En 6.2 d), 6.3 d) y 6.4 c), deben 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 la autoridad de certificación. Cuando se especifique un valor de tolerancia para la velocidad máxima del rotor, debe 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, debe utilizarse la máxima velocidad del rotor en condiciones normales de funcionamiento correspondiente a la condición de vuelo de referencia durante el procedimiento de homologación acústica. Si puede modificarse por intervención del piloto la velocidad del rotor, debe utilizarse la máxima velocidad normal de funcionamiento del rotor especificada en la sección de limitaciones del manual de vuelo para las condiciones de referencia durante el procedimiento de homologación acústica.

## **6.2 PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA PARA EL DESPEGUE**

El procedimiento de vuelo de referencia para el despegue debe establecerse como sigue:

- a) Debe 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 debe 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) Debe 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) Debe 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 debe 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

6.3.1 El procedimiento de vuelo de referencia para el sobrevuelo debe establecerse como sigue:

- a) La aeronave de rotor basculante debe estabilizarse en vuelo horizontal en la vertical del punto de referencia de trayectoria de vuelo a una altura de 150 m (492 ft);
- b) Debe 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 debe ser la masa máxima de despegue a la cual se solicita la homologación acústica; y
- d) En el modo VTOL/conversión, deben 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, deben 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  $0,9 V_{MCP}$  ó  $0,9 V_{MO}$ , de ambos valores el menor, certificadas para vuelo horizontal.

*Nota.— 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.*

6.3.2 Deben indicarse en el manual de vuelo aprobado los valores de  $V_{CON}$  y  $V_{MCP}$  ó  $V_{MO}$  utilizados para la homologación acústica.

### 6.4 PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA PARA LA APROXIMACIÓN

El procedimiento de vuelo de referencia para la aproximación debe establecerse como sigue:

- a) La aeronave de rotor basculante debe estabilizarse y seguir una trayectoria de aproximación de  $6,0^\circ$ ;

- b) La aproximación debe 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 debe realizarse con la velocidad del rotor estabilizada a las rpm máximas normales de funcionamiento certificadas para la aproximación;
- d) Debe 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 debe ser la masa máxima de aterrizaje a la cual se solicita la homologación acústica.

## **7. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

- 7.1** Los procedimientos de ensayo deben ser aceptables para las autoridades encargadas de la certificación de la aeronavegabilidad y de la homologación acústica, de la DINAC.
- 7.2** Deben 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 deben ser similares a las condiciones y procedimientos de referencia o deben 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 deben exceder:
  - a) *Para el despegue:* 4,0 EPNdB, de los cuales la suma aritmética de  $\Delta_1$  y del término  $-7,5 \log (QK/Q,K_r)$  de  $\Delta_2$  no deben en total exceder de 2,0 EPNdB; y
  - b) *Para el sobrevuelo o la aproximación:* 2,0 EPNdB.
- 7.5** Durante el ensayo los rpm del rotor no deben en promedio variar de las rpm máximas de funcionamiento normal en más de  $\pm 1,0\%$  durante todo el período de tiempo de disminución de 10 dB.
- 7.6** La velocidad aerodinámica de la aeronave de rotor basculante no debe apartarse de la velocidad aerodinámica de referencia apropiada a la demostración del vuelo, en más de  $\pm 9$  km/h ( $\pm 5$  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 debe ser igual al número de sobrevuelos horizontales realizados con el componente de viento de cola.

- 7.8** La aeronave de rotor basculante debe volar en un entorno de  $\pm 10^\circ$  o  $\pm 20$  m ( $\pm 65$  ft), 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 debe apartarse, durante el sobrevuelo, de la altura de referencia en más de  $\pm 9$  m (30 ft) durante todo el período de tiempo de disminución de 10 dB.
- 7.10** Durante la demostración del ruido de aproximación, debe 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  $5, 5^\circ$  y de  $6, 5^\circ$  durante todo el período de tiempo de disminución de 10 dB.
- 7.11** Deben 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, debe 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 debe estar 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 debe 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 debe 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 debe determinar 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 debe 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 debe 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 debe 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; debe contener el tipo y modelo de los motores de que se trate. La designación debe 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; debe contener el tipo y modelo de las hélices de que se trate. La designación debe hacerse de acuerdo con el certificado de tipo o el certificado de tipo suplementario para las hélices de que se trate
- 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) debe 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 debe 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, 12 y 14.**
- Masa máxima de aterrizaje, en kilogramos, correspondiente a los niveles de ruido homologados de la aeronave. La unidad (kg) debe 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 debe 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, 12 y 14.
- 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, debe 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 debe 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 de certificación. Las modificaciones adicionales deben 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, 12 y 14**

El nivel de ruido lateral a plena potencia definido en el capítulo pertinente. Debe especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debe 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, 12 y 14.

**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, 12, 13 y 14**

El nivel de ruido de aproximación definido en el capítulo pertinente. Debe especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debe 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, 12, 13 y 14.

**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, 12 y 14**

El nivel de ruido de sobrevuelo definido en el capítulo pertinente. Debe especificarse la unidad (p. ej., EPNdB) del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debe 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, 12 y 14.

**2.1.17 Dato 16. Nivel de ruido de sobrevuelo en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los Capítulos 6, 8, 11 y 13**

El nivel de ruido de sobrevuelo definido en el capítulo pertinente. Debe especificarse la unidad [p. ej., EPNdB o dB(A)] del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debe 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, 11 y 13.

**Nota.** — Para las aeronaves de rotor basculante homologadas de conformidad con el Capítulo 13, únicamente se requiere declarar el nivel de ruido de sobrevuelo determinado en modo VTOL/conversión.

**2.1.18 Dato 17. Nivel de ruido de despegue en la unidad correspondiente para documentos expedidos de conformidad con los capítulos 8, 10 y 13**

El nivel de ruido de despegue definido en el capítulo pertinente. Debe especificarse la unidad [p. ej., EPNdB o dB(A)] del nivel de ruido y el nivel de ruido declarado debe 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, 10 y 13.

**2.1.19 Dato 18. Declaración de cumplimiento, incluyendo la referencia al anexo 16, volumen i**

Declaración de que la aeronave de que se trata cumple los requisitos acústicos aplicables. Debe hacerse referencia al Volumen I del Anexo 16. Además, debe 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, debe 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 deben indicarse claramente como información complementaria. La información adicional debe incluirse en la casilla de “observaciones” o en casillas independientes. Estas casillas *no* deben estar numeradas a fin de evitar la numeración que no está normalizada y permitir futuras modificaciones al sistema de numeración. Las casillas deben 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 de certificación**

A fin de facilitar el reconocimiento de la autoridad de certificación 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 deben indicarse de acuerdo con los requisitos acústicos de que se trate y deben 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 debe indicarse claramente y, a fin de evitar confusión, deben 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 deben 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 debe 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 debe 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 debe 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 debe 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, debe 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 deben 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, debe expedirse únicamente un conjunto de estos dos documentos para cada aeronave. Si un documento de homologación acústica ha perdido validez, el mismo debe suspenderse o revocarse. Si se han expedido varios documentos en el marco de esta opción, de la documentación debe 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 deben transferirse al segundo y tercer documento 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 debe surgir obviamente qué documento es aplicable en un momento dado.

Para uso del Estado de matrícula	1. <Estado de matrícula>		3. Número de documento:		
<b>2. CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN ACÚSTICA</b>					
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:  kg	10. Masa máxima de aterrizaje: *  kg		11. Norma de homologación acústica:		
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. Certificado de 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 los helicópteros y la elaboración de procedimientos operacionales para la atenuación del ruido en los helipuertos.

### **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 encargada de la 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 (492 ft). Además, los solicitantes pueden optar por proporcionar datos en emplazamientos de micrófono adicionales.

**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 (492 ft) 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 (492 ft) 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 encargada de la homologación. Además, los solicitantes pueden optar por proporcionar datos en emplazamientos de micrófono adicionales.

**2.3** Todos los datos proporcionados para fines de planificación de la utilización del terreno deben 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 encargada de la homologación.

### **3. NOTIFICACIÓN DE LOS DATOS**

**3.1** Todos los datos proporcionados para fines de planificación de la utilización del terreno deben someterse a la aprobación de la autoridad encargada de la 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.

#### **4. DIRECTRICES PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE RUIDO DE HELICÓPTERO EN VUELO ESTACIONARIO**

**4.1** El objetivo primario de estas directrices para la obtención de datos de ruido de helicóptero en vuelo estacionario es lograr una uniformidad suficiente en las condiciones y los lugares de medición, lo que comprende las alturas de vuelo estacionario, la distancia de medición radial, la dirección azimutal y la configuración de los micrófonos, que permita la comparación directa entre diferentes juegos de datos de ruido de vuelo estacionario. Por consiguiente, no buscan constituir procedimientos integrales de ensayo del ruido de vuelo estacionario, sino más bien ofrecer recomendaciones respecto de las mediciones que deberían incluirse en los programas de ensayo de este tipo de ruido a fin de lograr ese objetivo. En igual sentido, estas directrices no derogan los requisitos de seguridad de vuelo de la aeronave, y al seguirlas deberían observarse las limitaciones de aeronavegabilidad del helicóptero en vuelo estacionario. Las directrices se presentan a continuación.

**4.2** **Altura de vuelo estacionario de la aeronave.** Los helicópteros normalmente generan un nivel más alto de ruido debido a la mayor sollicitación de potencia para mantener la posición en vuelo estacionario. La potencia necesaria para mantener la posición estacionaria se reduce al volar “en efecto suelo” (IGE), condición que mejora la actuación al volar cerca del suelo (dentro de la mitad del diámetro del rotor). Al volar “fuera del efecto suelo” (OGE) se requiere casi máxima potencia. Las alturas de vuelo recomendadas para los ensayos de ruido de helicóptero en vuelo estacionario son las siguientes:

- a) Vuelo estacionario IGE: 1,5 m (5 ft) de espacio libre recomendado entre el suelo y las ruedas o patines; y
- b) Vuelo estacionario OGE: La altura de vuelo estacionario recomendada para medir el ruido en condición OGE es de 30 m (100 ft) o la altura mínima de aeronavegabilidad para vuelo estacionario, la que sea mayor. Las alturas mínimas de aeronavegabilidad aprobadas de más de 30 m (100 ft) son más comunes para los helicópteros monomotor. Igualmente, siempre que sea posible se recomienda obtener los datos de ruido de vuelo estacionario OGE a una altura de 60 m (200 ft) y/o 90 m (300 ft). Si la altura mínima de aeronavegabilidad aprobada para vuelo estacionario OGE es superior a 30 m (100 ft) pero inferior a 60 m (200 ft) o 90 m (300 ft), se recomienda aumentar la altura de ensayo en vuelo estacionario OGE de la mínima de aeronavegabilidad a 60 m (200 ft) y/o 90 m (300 ft). Como mínimo, se recomienda obtener los datos de ruido en vuelo estacionario OGE por lo menos a una de estas alturas recomendadas. La altura o las alturas de vuelo estacionario OGE deberían informarse junto con los datos de ruido.

**4.3** **Posición de la aeronave.** Para cada medición del ruido en vuelo estacionario, se recomienda que la aeronave se mantenga en condición como mínimo 30 segundos, manteniendo la posición longitudinal y lateral dentro de +/- 7,6 m (25 ft) de la posición principal predefinida del buje del rotor. Se recomienda mantener la posición vertical

de la aeronave dentro de +/- 1,5 m (5 ft) al volar en condiciones IGE y +/- 3 m (10 ft) en condiciones OGE.

**Nota.—** La posición de la aeronave es un efecto de segundo orden en cuanto se relaciona con la calidad de los datos de ruido en vuelo estacionario. Los datos obtenidos por fuera de estas directrices de posición pueden ser utilizables si se logran los parámetros de las directrices de primer orden. Conviene tener presente que es posible aplicar un ajuste aproximado a los datos de ruido medidos de 20 log (distancia de ensayo promedio/distancia de referencia) si se supera la tolerancia de +/-7,6 m (25 ft).

**4.4 Masa bruta de la aeronave** y velocidad del rotor. Se recomienda mantener la masa bruta dentro del 10 % de la masa máxima certificada de despegue y la velocidad del rotor dentro de +/- 1 % de la velocidad máxima normal de funcionamiento.

**4.5 Condiciones meteorológicas.** El ruido de los helicópteros en vuelo estacionario puede ser muy variable y altamente susceptible a las variaciones de velocidad o dirección del viento. Esto es así incluso con helicópteros equipados con sistemas avanzados de mandos de vuelo que ajustan automáticamente los reglajes de mando para mantener la posición durante ráfagas de viento. Las condiciones meteorológicas recomendadas para los ensayos de ruido de helicóptero en vuelo estacionario son las siguientes:

- a) La velocidad del viento es un efecto de primer orden en cuanto se relaciona con el ruido en vuelo estacionario y debería considerarse una medida clave para valorar la calidad de los datos. Los datos de ruido en vuelo estacionario deberían obtenerse con una velocidad del viento promedio medida durante 30 segundos a 10 m de < 2,6 m/s (5 kt), aunque < 1,5 m/s (3 kt) es altamente preferible para reducir la variabilidad;
- b) Los límites recomendados de temperatura y humedad relativa a 10 m (33 ft) son -10 a 35° C (14 a 95° F) y 20 a 95 %, respectivamente. Las correcciones de los datos medidos por efecto de la temperatura y la humedad relativa deberían tomar una temperatura de referencia de 25° C (77° F) y una humedad relativa de referencia del 70 %; y
- c) La temperatura, la humedad y la absorción atmosférica son en general efectos de segundo orden en cuanto se relaciona con la calidad de los datos de ruido en vuelo estacionario, pero las inversiones de temperatura pueden afectar sensiblemente los niveles de ruido en esa condición. Los ensayos a primera hora de la mañana suelen ser los más útiles para obtener datos de ruido en vuelo estacionario con poco viento, pero incluso en las primeras horas del día puede haber inversiones de temperatura a baja altitud. La recomendación básica es efectuar mediciones atmosféricas para comprobar que no haya inversiones de temperatura que puedan afectar significativamente las mediciones del ruido en vuelo estacionario. Por lo demás, es posible que se tenga que escoger entre efectuar los ensayos lo más temprano posible para aprovechar condiciones estables con poco viento y aplazarlos hasta más tarde cuando ya no se prevén inversiones de temperatura.

**4.6 Superficie del terreno.** La superficie que se recomienda cerca de cada uno de los micrófonos es pasto cortado, como se describe en el Manual técnico-ambiental (Doc 9501) de la OACI.

**4.7 Datos no acústicos.** Se recomienda obtener datos de los parámetros no acústicos indicados en la tabla H-1, Los parámetros están ordenados por prioridad 1 o 2, y deberían informarse junto con las mediciones del ruido en vuelo estacionario. Para la velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa, se recomienda informar los valores promedio durante 30 segundos tomados al mismo tiempo que las mediciones acústicas, si se dispone de esos valores.

**TABLA H-1: PARÁMETROS DE DATOS NO ACÚSTICOS**

<i>Prioridad 1</i>	<i>Prioridad 2</i>
Velocidad del viento y temperatura a 10 m (33 ft)	Humedad relativa a 10 m (33 ft)
Dirección del viento a 10 m (33 ft)	Velocidad del rotor (RPM inmediatas)
Posición de la aeronave (Latitud/ Longitud/ Vertical)	Masa bruta de la aeronave (inmediata)
Temperatura tomada en la aeronave (OAT)	Potencia de la aeronave (torque o caballos de fuerza)
Velocidad del rotor (RPM nominales)	Rumbo de la aeronave (inmediato)
Masa bruta de la aeronave (nominal)	-
Rumbo de la aeronave (nominal)	-

**4.8 Análisis de los datos.** Los datos de nivel de ruido deberían medirse y promediarse durante 30 segundos como mínimo en cada medición de ruido en vuelo estacionario. Se recomienda informar el valor promedio de la ponderación A basado en la promediación temporal lenta. También se pueden valorar e informar otras medidas (lineal, ponderación C, etc.)

**4.9 Configuración de los micrófonos.** Los micrófonos deberían montarse en un soporte de 1,2 m (4 ft) con incidencia tangencial. El uso de micrófonos a ras del suelo es objeto de investigación y no se recomienda actualmente como única configuración de micrófonos para las mediciones del ruido en vuelo estacionario, aunque sí se recomienda hacerlas como mediciones complementarias para posible uso futuro. Debería informarse la configuración de micrófonos que se use para las mediciones del ruido en vuelo estacionario. Normalmente, no es necesario usar una pantalla de viento con velocidades de viento inferiores a los 3 m/s (6 kt), pero al obtener datos de ruido de helicóptero en vuelo estacionario se recomienda su uso.

**4.10 Distancia/s radial/es de los lugares de medición.** Para las mediciones del ruido en vuelo estacionario se recomienda una distancia radial de 150 m (492 ft) o 500 ft, que es la distancia que comúnmente usan los fabricantes. Valores de 150 m (492 ft) y 500 ft se consideran suficientemente cercanos para considerarse equivalentes para los fines de la medición del ruido en vuelo estacionario.

**4.11 Lugares de medición azimutales.** Se ha demostrado que el ruido de los helicópteros en vuelo estacionario es altamente direccional, con amplitudes máximas orientadas hacia el cuadrante de popa de la aeronave. Es importante medir el ruido en vuelo estacionario en posiciones azimutales que abarquen la totalidad de la aeronave y con la mejor resolución azimutal posible. En la tabla H-2 se resumen

las mediciones azimutales recomendadas a 150 m (500 ft) del helicóptero. Básicamente, se recomienda tomar mediciones con una resolución de 30° alrededor de toda la aeronave, más cuatro mediciones adicionales a 45°, 135°, 225° y 315°. Las mediciones secundarias no son una exigencia específica de estas directrices, pero pueden obtenerse al mismo tiempo que se obtienen las mediciones primarias recomendadas.

**TABLA H-2. MEDICIONES AZIMUTALES RECOMENDADAS CON MEDICIÓN INICIAL DEFINIDA COMO 0/360°**

<i>Lugares de medición recomendados</i>	
<i>Primarios</i>	<i>Secundarios</i>
0/306°	-
	15°
30°	-
45°	-
60°	-
-	75°
90°	-
-	105°
120°	-
135	-
150	-
-	165°
180°	-
	195°
210°	-
225°	-
240°	-
-	255°
270°	-
-	285°
300°	-
315°	-
330°	-
-	345°

**4.12**

**Configuración de micrófonos.** Para obtener las mediciones azimutales definidas en la tabla H-2 pueden usarse múltiples configuraciones, desde un único micrófono hasta una red de 24 micrófonos. Cada una tiene sus pros y sus contras, entre la facilidad de instalación/configuración de ensayo (número de micrófonos/canales de datos) y el tiempo total de ensayo (número de pasadas de vuelo necesarias para obtener las mediciones azimutales recomendadas). Se reconoce igualmente que las



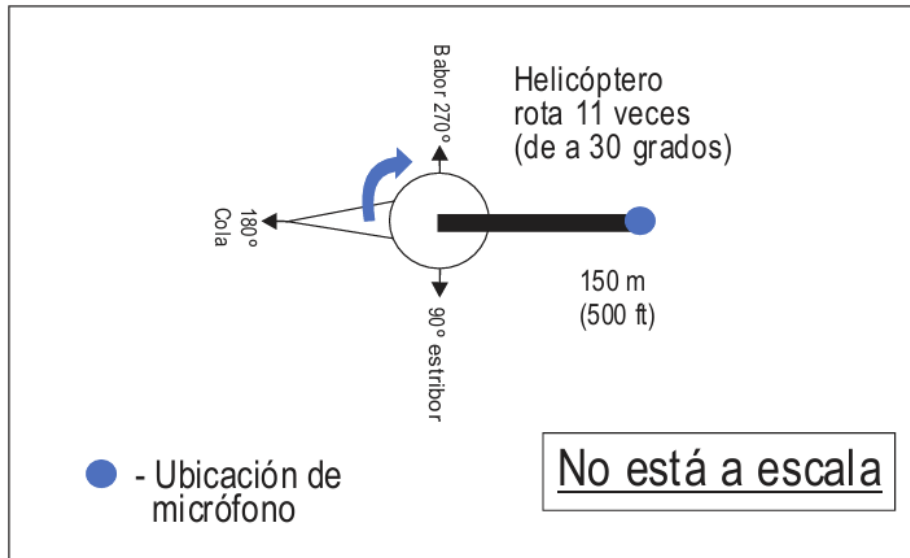
particularidades del sitio de ensayo y/o la disponibilidad de equipo suelen dictar la elección de cuántos micrófonos pueden instalarse para los ensayos de ruido en vuelo estacionario. Dado que las condiciones de poco viento que favorecen la calidad de las mediciones del ruido pueden ser transitorias, puede ser beneficioso optar por un mayor número de micrófonos con menos rotaciones, y por consiguiente menos tiempo total de ensayo, para obtener un juego de datos de ruido en vuelo estacionario completos y de alta calidad, además de ofrecer mejores oportunidades de repetir las mediciones azimutales. Deberían considerarse todos estos pros y contras al planificar el programa de medición del ruido de helicóptero en vuelo estacionario.

#### 4.13

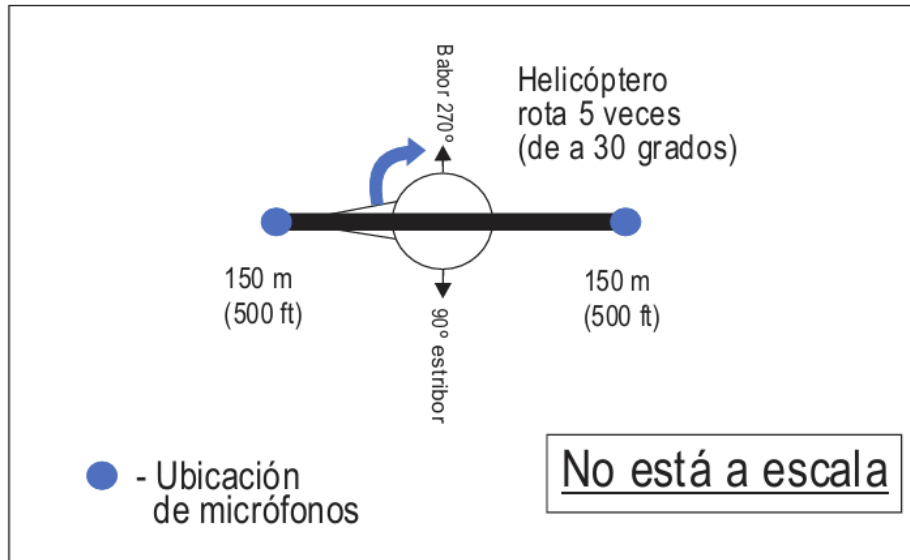
**Ejemplos de configuración de micrófonos.** Las combinaciones posibles de micrófonos y secuencias de rotación de la aeronave que pueden servir para las mediciones azimutales de la tabla H-2 son demasiado numerosas para describirlas aquí. A continuación, se describen algunas de las diversas configuraciones de micrófonos que se han utilizado.

- a) Configuración lineal – Con un número limitado de micrófonos y/o canales de adquisición de datos, se ha usado una configuración lineal unilateral (un solo micrófono) o bilateral (dos micrófonos) como la que se observa en la figura H-1 a) o b). En otros casos no tan constreñidos, se han agregado más micrófonos a esta configuración lineal a intervalos de 50 m o 75 m (250 ft), por ejemplo. Se observará que la configuración de micrófonos ilustrada en la figura H-1 b) está diseñada para ensayos de homologación acústica, lo que ofrece la oportunidad de obtener al mismo tiempo datos de ruido en vuelo estacionario. La posición de la aeronave debería mantenerse en condición como se prevé en 4.3 precedente mientras se obtienen los datos de ruido en vuelo estacionario en la posición azimutal inicial. Seguidamente, la aeronave va rotando a incrementos de 30° para obtener los datos en la condición, como se ilustra en las figuras H-1 a) y b), hasta registrar la gama completa de posiciones azimutales con una resolución de 30°. Para obtener datos a 45°, 135°, 225° y 315° se necesitan rotaciones adicionales; alternativamente, los datos se obtienen durante rotaciones a 15° para una mayor resolución azimutal. Como mínimo una de las posiciones azimutales de la aeronave debería repetirse para valorar la variabilidad del ruido en vuelo estacionario.
- b) Configuración circular – Los micrófonos pueden emplazarse describiendo un círculo alrededor del punto de vuelo estacionario a una resolución de 90°, 45°, 30° o 15° (y a 45°, 135°, 225° y 315° si es preciso) para obtener las posiciones azimutales recomendadas de la tabla H-2, idealmente en una única medición del ruido. La figura H-2 ilustra una configuración circular con ocho micrófonos a una resolución de 45° que fue utilizada para mediciones de ruido en vuelo estacionario. Con dos rotaciones de la aeronave de 30° cada una, esta configuración permite obtener todas las mediciones azimutales primarias de la tabla H-2.
- c) Configuración en semicírculo – Se ha utilizado una configuración en semicírculo para obtener las mediciones recomendadas de la tabla H-2 con mediciones repetidas obtenidas en una única rotación completa de la aeronave. En esta configuración, los micrófonos están a una distancia de 30° uno de otro y opcionalmente es posible agregar mediciones en distancias radiales adicionales como se ilustra en la figura H-3. Con esta configuración en semicírculo pueden obtenerse todos los azimuts recomendados de la tabla H-2 con una secuencia de rotación de 45° – 45° – 90° – 45° – 45°, pero si se efectúa una serie completa de siete rotaciones de 45° se obtienen todas las mediciones primarias y secundarias recomendadas de la tabla H-2 con dos o tres mediciones en cada azimut. En la

tabla H-3 se describe el juego completo de datos obtenidos con rotaciones de 45° comenzando con la aeronave en azimut inicial (0/360°) alineado con el lugar de medición D de la figura H-3.



a) Configuración lineal unilateral (un solo micrófono)



b) Configuración lineal bilateral (dos micrófonos)

**FIGURA H-1. CONFIGURACIONES LINEALES DE MICRÓFONOS**

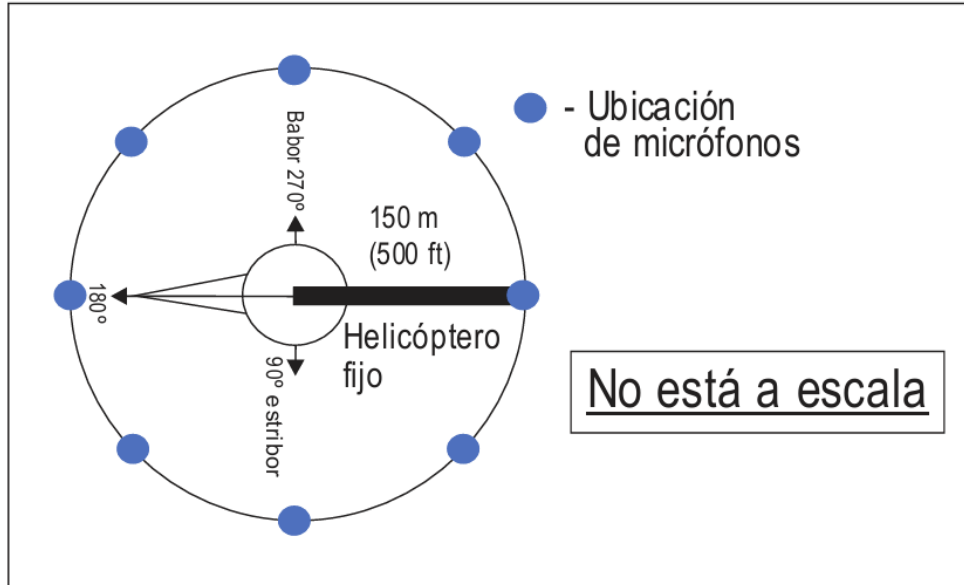


FIGURA H-2. CONFIGURACIÓN CIRCULAR DE MICRÓFONOS

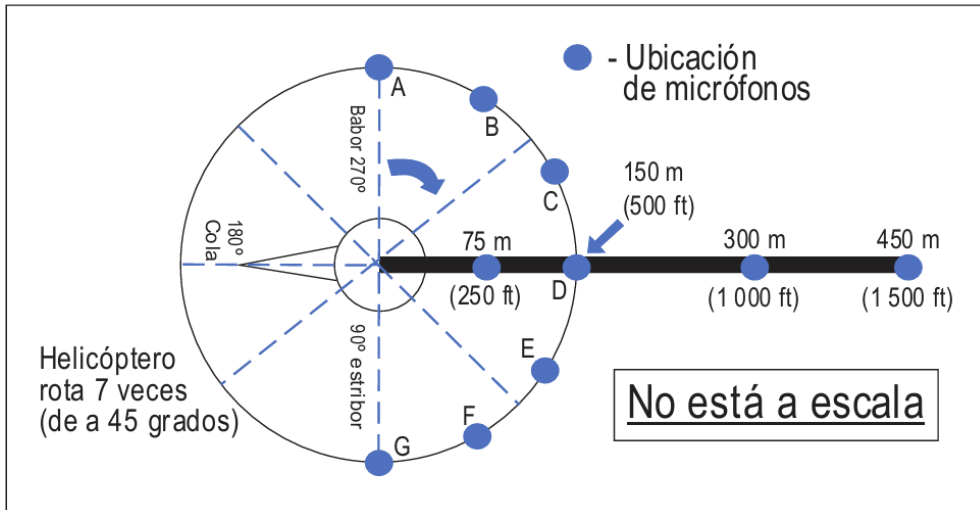


FIGURA H-3. CONFIGURACIÓN HÍBRIDA LINEAL Y EN SEMICÍRCULO: SIETE ROTACIONES DE 45°

**TABLA H-3. MEDICIONES AZIMUTALES OBTENIDAS CON LA DISPOSICIÓN DE ENSAYO EN SEMICÍRCULO DE LA FIGURA H-3**

<i>Rotación desde la posición inicial</i>									
Medición azimutal	<u>0</u>	<u>45</u>	<u>90</u>	<u>135</u>	<u>180</u>	<u>225</u>	<u>270</u>	<u>315</u>	Numero de repeticiones
0/360	D		G				A		3
15		F						C	2
30	E						B		2
45		G				A		D	3
60	F						C		2
75						B		E	2
90	G				A		D		3
105						C		F	2
120					B		E		2
135				A		D		G	3
150					C		F		2
165				B		E			2
180			A		D		G		3
195				C		F			2
210			B		E				2
225		A		D		G			3
240			C		F				2
255		B		E					2
270	A		D		G				3
285		C		F					2
300	B		E						2
315		D		G				A	3
330	C		F						2
345		E						B	2

d) No se incluyen aquí otros ejemplos de disposición en círculo incompleto, pero existen otras opciones de un tercio, un cuarto o más pequeñas que podrían servir ante limitaciones impuestas por el emplazamiento de ensayo y/o el equipo.

— FIN —